Neue Versuche

am

Hirn und Rückenmark

des Frosches.

Von

Dr. J. Setschenow,

Professor der Physiologie in St. Petersburg

und

B. Paschutin,

stud. med.



Berlin 1865.

Verlag von August Hirschwald

Unter den Linden 68.

Vorwort.

Die von Herrn HERZEN im Laboratorium des Herrn M. SCHIFF ausgeführte Arbeit „experiences sur les centres modérateurs de l'action réflexe, Turin 1864“ veranlasste mich eine systematische Reihe von Reizungsversuchen am Hirn und Rückenmark des Frosches unter den verschiedensten Bedingungen vorzunehmen. Es kamen mir dadurch Fälle vor, wo ich die centralen Nervenmassen des Thieres vor ihrer Reizung entweder quer oder der Länge nach auf das mannigfaltigste spalten musste. Solche Versuche setzten aber eine genaue Kenntniss des Zustandes voraus, in welchem sich das auf diese Weise mutilirte Thier, in Bezug auf seine Motilität, die Empfindlichkeit seiner Haut und in Bezug auf sein Reflexvermögen befand. Dazu waren wiederum neue Versuche erforderlich; — und so geschah es, dass ich bei dieser Arbeit zur Feststellung einiger Thatsachen gelangte, welche meine Hauptfrage über die reflexhemmenden Wirkungen des

Gehirns im Frosche zwar nicht direct berühren und manchmal nur eine physiologisch-topographische Bedeutung haben, dennoch nicht ohne Interesse sind. Die Resultate dieser Voruntersuchungen will ich in dem I. Abschnitt der vorliegenden Abhandlung zusammenstellen; der II. wird der Frage über die reflexhemmende Wirkung des Gehirns gewidmet; der III. endlich wird die Frage über die Ursachen der Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres behandeln.

Bei den meisten der hier anzuführenden Versuche hat mir mein Schüler Herr stud. med. PASCHUTIN geholfen, ihm allein gehört ausserdem die erste Idee (so wie die hierauf bezüglichen Versuche), die Nervencentra in einer neuen Form auf electrischem Wege zu reizen. Dadurch erklärt es sich, dass diese Arbeit unter unserem gemeinschaftlichen Namen erscheint.

Sorrento, 2. Juli 1865.

J. Setschenow.

I.

A. Die Erfolge der queren Rückenmarksdurchschneidungen.

§. 1. In Bezug auf die Motilität des Thieres.

Es ist allgemein bekannt, dass die willkürlichen Bewegungen des Frosches in Folge einer halbseitigen Querdurchschneidung seines Rückenmarks nicht erheblich modificirt werden. Zu dieser Erfahrung können wir nur folgendes hinzufügen: die willkürlichen Bewegungen an dem der Schnittseite entsprechenden hinteren Beine werden um so stärker afficirt, je mehr nach hinten der Schnitt am Rückenmark angelegt wird. Hat dieser die Grenze zwischen dem 4. und 5. Wirbel (von vorne gerechnet) überschritten, so kann man sogar Fälle beobachten, wo die willkürliche Beweglichkeit des Beines vollkommen zu Grunde geht, obgleich dessen Haut noch Empfindlichkeit zeigt und die Reflexe in der Extremität noch möglich bleiben.

Diese Thatsachen zeigen nun augenscheinlich, wenigstens für die bezeichnete Stelle des Rückenmarks,

dass die queren Bahnen, durch welche die willkürlich motorischen und die sensitiven Erregungsvorgänge aus der einen Rückenmarkshälfte in die andere übergehen, nicht vollkommen identisch sein können.

Für andere Arten des Rückenmarks, kann man sich desselben auf folgende einfache Weise überzeugen. In einer Reihe von Fröschen wird jedem einzelnen das Rückenmark zu beiden Seiten aber an verschiedenen Höhen zur Hälfte quergeschnitten. Die vorderen Schnitte müssen in allen untereinander zu vergleichenden Fällen gleich hoch angelegt werden, die hinteren dagegen in ihren Abständen von den vorderen variiren. Auf diese Weise bekommt man eine Reihe von Thieren, in welchen das Rückenmark sowohl die willkürlich-motorischen Erregungen von vorn nach hinten als die sensiblen von hinten nach vorn nur vermöge der queren Verbindungsbahnen zwischen seinen Hälften leiten kann. Wären nun die Bahnen für beide Arten von Erregungen dieselben gewesen, so müsste die Leitung der letzteren unter gleichen Umständen zu Grunde gehen und umgekehrt. Versuche zeigen aber, dass es nie der Fall ist: für die Erhaltung der willkürlichen Bewegungen in den hinteren Extremitäten des Frosches müssen die Schnitt abstände grösser genommen werden, als es für die Erhaltung der sensiblen Leitung erforderlich ist.

Diese Versuche, so einfach sie aussehen, bieten einige Schwierigkeiten der Beobachtung dar, und nur die Beachtung folgender Cautelen sichert dem Beob-

achter richtige Schlüsse aus denselben. Hat man das Rückenmark des auf die angegebene Weise operirten Frosches auf die willkürlich-motorische Leitung zu den hinteren Extremitäten zu prüfen, so darf das Thier auf den Tisch oder auf irgend welche andere feste Unterlage keineswegs in natürlicher Lage, d. h. mit dem Rücken nach oben, gebracht werden: die Reflexe in seinen hinteren Extremitäten sind in Folge der Operation bedeutend verstärkt, und es geschieht fast immer, dass zugleich mit den willkürlichen Bewegungen der vorderen Körpertheile die Hinterbeine des Frosches reflectorisch mitbewegt werden. Deswegen muss das Thier entweder auf den Rücken gebracht (um die Beweglichkeit der vorderen Körpertheile zu beschränken) oder in der Hand mit den frei herabhängenden Beinen gehalten werden. Auf letztere Weise wird das Thier auch bei Prüfung der sensiblen Leitung gehalten; schliesst es beim Kneifen der Pfote die Augen zu, oder bewegt es sich dabei mit dem Kopfe, so hat sich die sensible Leitung ganz sicher erhalten.

Es ist zu bemerken, dass auch bei diesen Versuchen die willkürliche Beweglichkeit auf derjenigen Seite mehr afficirt wird, wo der Schnitt mehr nach hinten liegt.

§. 2. In Bezug auf die bewusste Sensibilität der Haut.

Hier wird nur die qualitative Seite der Erscheinungen in's Auge gefasst, d. h. die Bedingungen auf-

gesucht, unter welchen die bewusste Sensibilität der Haut fortbesteht und diejenigen, unter denen sie zu Grunde geht. Die quantitativen Schwankungen derselben werden aber zugleieh mit den Aenderungen des Reflexvermögens im 4. Paragraphen behandelt.

Es ist sehon oben bemerkt worden, dass wenn das Rüekenmark in dem vom 5. Wirbel (von vorn gereehnet) zugedeckten Raume zur Hälfte durchsehnitten wird, man oft an dem entsprechenden Beine das Fortbestehen der Hautempfindlichkeit bei erloschener willkürlieher Bewegliehkeit desselben beobaehten kann. Sehreitet man mit den halbseitigen Querdureh-schneidungen des Rückenmarks bis an die Grenze des 5. und 6. Wirbels nach hinten fort, so bekommt man Fälle zu sehen, wo das Bein der dem Schnitte entspreehenden Seite nur noeh Empfindlichkeit der Haut zeigt: kneift man nämlieh die letztere, so bleiben die Muskeln der entspreehenden Extremität ruhig, es bewegt sich aber dabei das andere Hinterbein und die vorderen Extremitäten des Frosches. Einem von uns (S.) ist unter diesen Bedingungen, folgender Versuch gelungen: dem Frosehe wird eine der Rükkenmarkshälften von der Spitze des 4. Ventrikels an, bis zur hintern Grenze des 5. Wirbels dureh eine Reihe nahe aneinander liegender Querschnitte getheilt; es wird dadureh einerseits die willkürliche Bewegliehkeit und die Reflexfähigkeit der entsprechenden hinteren Extremität vernichtet, andererseits wird die Längsleitung der sensiblen Eindrüeke durch die mu-

tilirte Rückenmarkshälfte unmöglich gemacht. Hat sich nun die Empfindlichkeit der Haut an dem unbeweglichen Beine conservirt, so ruft jedesmal eine Reizung seiner Haut mittelst Säure eine Reihe von zweckmässigen Bewegungen auf der gesunden Seite des Thieres hervor: der Frosch wischt mit dem gesunden vorderen Beine diejenige Stelle der gesunden hinteren Extremität ab, welche dem Reizungsorte des unbeweglichen Beines entspricht (beim Anätzen der Haut in der Umgegend der linken Kniekehle z. B. wischt der Frosch mit dem rechten vorderen Beine die Haut der rechten Kniekehle ab u. s. w.). Zugleich damit zeigt das allgemeine Verhalten des Thieres augenscheinlich, dass es sich des Schmerzes in Folge der Hautreizung bewusst ist.

In Betreff der gegenseitigen Lage der sensiblen Bahnen im Rückenmark für verschiedene Abschnitte der Haut der hinteren Extremität des Frosches können wir nur Folgendes sagen: ist das Rückenmark so weit nach hinten durchschnitten worden, dass die Haut am Unterschenkel noch Empfindlichkeit zeigt, so ist letztere in der Haut des Oberschenkels ganz sicher vorhanden, an der Pfote dagegen kann sie schon erloschen sein. Bei tieferen Einschneidungen bleibt die Empfindlichkeit nur auf die Haut des Oberschenkels beschränkt (diese Fälle bekommt man am häufigsten zu sehen); bei noch tieferen endlich ist sie am ganzen Beine vernichtet. Fälle mit erloschenem Reflexvermögen an der Pfote und zurückgebliebener

Hautempfindlichkeit an derselben haben wir zwar kein einziges Mal beobachtet; doch ist es leicht, sich zu überzeugen, dass im Allgemeinen beim allmäligen Vorschreiten der Rückenmarksdurchschneidungen nach hinten die Reflexfähigkeit und die Empfindlichkeit an der Pfote am ersten, am Oberschenkel dagegen am spätesten verloren geht.

Daraus folgt nun augenscheinlich, dass

1) die sensiblen Bahnen für die verschiedenen Hautabschnitte der hinteren Extremität des Frosches, welche quer aus der einen Rückenmarkshälfte in die andere übergehen, mehr nach hinten als die reflektorischen Apparate für dieselben Hautstellen gelegen sind; und dass
2) diese Bahnen im Rückenmark in einer in Verhältniss zu den von ihnen besorgten Hautstellen, umgekehrten Ordnung gelagert sind, d. h. die Bahnen für die Oberschenkelhaut am meisten nach hinten, die für die Pfote am meisten nach vorne liegen.

§. 3. In Bezug auf das Reflexvermögen des Thieres.

Wenn der Frosch bei der letzten Versuchsform decapitirt wird, so kann man bei den immer nach hinten vorschreitenden halbseitigen Querdurchschneidungen des Rückenmarks sehr schön die Aenderungen beobachten, welche dadurch in den Reflexerscheinungen der entsprechenden hinteren Extremität zu

Stande kommen. PFLÜGER hat angegeben, dass im Frosche die Reflexe der hinteren Extremitäten so lange fortbestehen, als man mit den Rückenmarksdurchschneidungen nicht über die Grenze zwischen dem 4. und 5. Wirbel hinausgekommen ist. Wir fanden diese Grenze fast um die halbe Länge des 5. Wirbels mehr nach hinten gelegen; wenigstens ist es für den Fall so, wenn das Rückenmark nur zur Hälfte durchschnitten wird. So lange unsere Grenze nicht überschritten wird, behalten die Reflexe an dem der Schnittseite entsprechenden Hinterbeine ihren gewöhnlichen Charakter: von jedem Punkt der Haut aus sind sie leicht sowohl in einer bestimmten Gruppe als in den gesammten Muskeln der Extremität*) hervorzurufen. Sobald aber der Schnitt niedriger angelegt wird, büssen die Reflexe diesen Character ein. Die Haut wird dann besonders für die mechanischen Reize unempfindlich; das Rückenmark scheint ausserdem sehr erschöpfbar geworden zu sein: von zwei rasch auf einander folgenden Hautreizungen wird nur die erste mit Reflexbewegungen beantwortet. Letztere erlöschen zuerst in der Pfote, dann im Unter- und endlich im Oberschenkel. Besonders characteristisch ist dabei Folgendes: für einen gegebenen Hautpunkt der Extremität conserviren sich am längsten die Reflexe nicht in den darunter liegenden, sondern in den am meisten nach vorn gelegenen

*) Richtiger gesagt in den sämmtlichen Beuge- oder Streckmuskeln.

Muskeln (nämlich im m. ileo-coccygeus von überall aus), so dass der Reflex im m. ileo-coccygeus von der Oberschenkelhaut aus die letzte reflektorische Erscheinung darstellt, welche man überhaupt an dem Beine des Frosches bei nach hinten vorschreitenden halbseitigen Rückenmarksdurchschneidungen beobachten kann.

Aus dem Gesagten sieht man wohl ein, dass die reflektorischen Centra für die verschiedenen Muskelabschnitte der hinteren Extremität des Frosches in derselben gegenseitigen Lage sich befinden (nur etwas mehr nach vorn gelegen), welche oben für die queren sensiblen Bahnen der entsprechenden Hautabschnitte angegeben worden ist. Bedenkt man ferner, dass diese Versuche eine Art Zerlegung der sich so leicht verallgemeinernden Reflexe der hinteren Extremität in partielle reflektorische Bewegungen zulassen und dass das Rückenmarksstück, durch dessen Vermittelung diese Verallgemeinerung der Reflexe zu Stande kommt, nicht einmal eine Säule von 1 Mm. Höhe darstellt, so kann man sich der Vermuthung kaum enthalten, dass es für die hinteren Extremitäten des Frosches (oder richtiger gesagt für deren Haut und Muskeln) zweierlei Nervencentra giebt: *einfach reflektorische* (möchten wir sagen) für je eine sensible und motorische Nervenfaser und *collectiv-reflektorische* für Gruppen der ersteren. Die Vermuthung hat an sich insofern nichts Unwahrscheinliches, als man in den centralen Nervengebilden des verlängerten Marks ein analoges Verhältniss findet:

hier müssen in der That die Athmungscentra als Collectiv-Gebilde im Verhältniss zu den Centris der Athmungsmuskeln, welche im Rückenmark liegen, betrachtet werden; ebenso diejenigen Centra, welche bei ihrer Erregung allgemeine Krämpfe im Körper auslösen.

Uebrigens verdient das vom 5. Wirbel zugedeckte Rückenmarksstück (besonders seine untere Hälfte) auch unabhängig von dieser Hypothese einer besonderen Aufmerksamkeit von Seite der Histiologen.

§. 4. Quantitative Schwankungen der Hautempfindlichkeit und des Reflexvermögens in Folge der halbseitigen Rückenmarksdurchschneidung.

Es müssen hier zwei Fälle unterschieden werden: a) die Erfolge der Durchschneidung beim Vorhandensein des Gehirns und b) dieselben Erscheinungen am geköpften Thiere.

a) Dieser Fall ist bekanntlich von Türk und Brown-Sequard untersucht worden. Der erste dieser Forscher spricht nur von der Hyperästhesie in dem der Schnittseite entsprechenden Hinterbeine, der zweite hat zugleich damit eine Abnahme der Hautempfindlichkeit (gegen das Normale) auf der entgegengesetzten Seite des Thieres gefunden. Letztere Erfahrung wird allgemein als richtig betrachtet. Sie ist es auch, weil wir bei Wiederholung dieser Versuche die Abnahme der Hautempfindlichkeit auf

der dem Schnitte entgegengesetzten Seite des Thieres nie ausbleiben sahen.

Somit sind die Effekte der halbseitigen Rückenmarksdurchschneidung in Bezug auf die Hautempfindlichkeit des Frosches richtig erkannt, nicht so aber das Wesen dieser Veränderungen: davon hat man bis jetzt keine Ahnung gehabt. Dieses Räthsel wird nun durch folgende Reihe von Versuchen gelöst.

Dem Frosche wird der Wirbelkanal eröffnet und das Rückenmark von der unteren Grenze der Intumescent. brach. an bis zu seinem unteren Ende durch einen Längsschnitt halbirt. Die letzte Operation ist nur mittelst eines feinspitzigen Messerchens und durch eine wiederholte Reihe von in einander greifenden Stichen auszuführen. Dem so operirten Thiere giebt man mehr oder weniger Zeit, sich auszuruhen und dann wird das Reflexvermögen jeder seiner hinteren Extremitäten mittelst Säurelösung und Metronomschläge festgestellt. Wird nun die eine der von einander abgespaltenen Rückenmarkshälften quer durchschnitten (diese Durchschneidung ist besser auf derjenigen Seite vorzunehmen, wo die Reflexe schwächer sind, dadurch wird die Erscheinung klarer), so kommt in der Regel*) auch jetzt die BROWN-SEQUARD'sche Er-

*) Diese Regel bietet insofern Ausnahmen, als man auf der dem Schnitte entsprechenden Seite des Thieres statt einer Verstärkung der Reflexe nicht selten eine geringe Abnahme derselben beobachten kann; die Reflexabnahme auf der entgegengesetzten Seite ist dagegen bei diesen Versuchen constant.

scheinung zu Stande, d. h. man bekommt eine Reflexverstärkung auf Seite des Schnittes und eine Reflexabnahme auf der gegenüberliegenden.

Es mögen beispielsweise folgende Versuche angeführt werden.

Versuch 1.

Nach der Längsspaltung des Rückenmarks.

Linkes Bein.	Rechtes Bein.
5—6	14
	Die rechte Hälfte quer geschnitten.
9	14
6—7	9
8	8—9
8—9	11

Versuch 2.

Nach der Längsspaltung des Rückenmarks.

Linkes Bein.	Rechtes Bein.
7—8	11
7—8	10—11
	Die rechte Hälfte quer geschnitten.
9	7—8
11	9
13—14	9
14—15	9
19—20	9

Versuch 3.

Nach der Längsspaltung des Rückenmarks.

Linkes Bein.	Rechtes Bein.
15	15
10	11
12	11

Die rechte Hälfte quer geschnitten.	
23	10
27	6—7
100*)	7—8
Die linke Hälfte im Niveau der rechten quer geschnitten.	
35 (?)	10
17	11
19	11

In allen diesen Beispielen (sowie überhaupt in der ganzen Reihe dieser Versuche) haben wir uns durch spätere anatomische Untersuchung überzeugt, dass die Rückenmarkshälften wirklich von einander getrennt waren; folglich konnten sie nur durch die oberen intact gelassenen Rückenmarkstheile sowie durch das Gehirn unter einander communiciren; und nur diesen Weg konnte natürlich die reflexdeprimirende Wirkung der Querdurchschneidung des Rückenmarks einschlagen, um von der einen Seite dieses Organs auf die andere zu gelangen. An diesem Punkt angelangt, hatten wir die Erklärung der einen Hälfte der BROWN-SEQUARD'schen Erscheinung schon in den Händen. Einer von uns hat in der That schon früher gefunden (SETSCHENOW'S Studien über die Reflexhemm.-Mechanism. d. Froschs. Berlin 1863, §. 4), dass im Frosche eine starke Erregung der Nervencentra von der Peripherie aus immer eine starke Reflexdepression zur Folge hat; folglich war es erlaubt, zu vermuthen, dass dasselbe auch in dem vorliegen-

*) In diesem Versuche war die Reflexabnahme ausnahmslos gross.

den Falle stattfindet. Man könnte nämlich glauben, dass die Reflexdepression im BROWN-SEQUARD'schen Phaenomene eine reflektorische sei, d. h. in Folge einer sensiblen Reizung des Rückenmarks entstehe.

Folgender Versuch hat auch diese Erwartungen gerechtfertigt: einem Frosch wurde das Rückenmark wie im vorigen Falle halbirt und einerseits quer durchschnitten (unmittelbar über der Abgangsstelle der hinteren Wurzeln für die hinteren Extremitäten); darauf wurde der centrale Stumpf der querdurchschnittenen Rückenmarkshälfte vorsichtig aus der Wirbelsäule herausgenommen und nach der Seite geschoben. Nachdem nun die Reflexfähigkeit für das Bein der entgegengesetzten Seite festgestellt war, legten wir Kochsalzkrystalle auf den Querschnitt des aus der Wirbelsäule herausgenommenen Rückenmarksstumpfes; und es liess sich hierbei eine bedeutende Reflexdepression am oben genannten Beine sehen.

Es sei uns erlaubt, die Zahlen dieses wichtigen Versuches anzuführen.

Versuch 4.

Das Rückenmark ist der Länge nach halbirt worden, die linke Hälfte quer durchschnitten und der centrale Stumpf aus der Wirbelsäule herausgenommen worden.

Linkes.	Rechtes Bein.
	5—6
	5—6
Der Querschnitt mit Kochsalzkrystallen gereizt.	
	28

Salz entfernt.

23
22
21

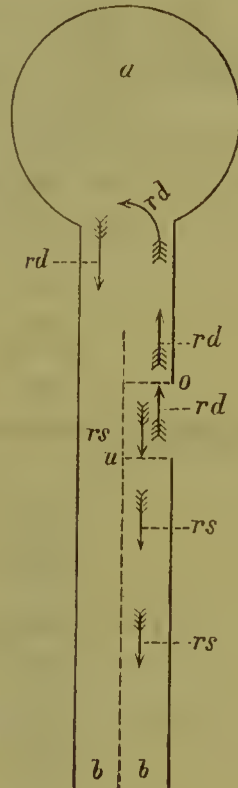
Das verlängerte Mark abgeschnitten.

14—15
16—17

Die Reflexdepression in dem BROWN-SEQUARD'schen Phaenomene ist also in der That eine reflektorische. Insofern sie aber lange Zeit nach der Durchschneidung anhält und somit keineswegs durch die mechanische Wirkung des Schnittes erklärt werden kann, muss man annehmen, dass die Blosslegung eines Rückenmarksquerschnittes überhaupt Bedingungen für die Entstehung eines beständig wirkenden Reizes bildet. Worin kann nun dieser Reiz bestehen? Das erste, was in die Augen fällt, ist offenbar die Berührung des blossgelegten Querschnittes mit Blut und atmosphärischer Luft. Beide Einflüsse sind von uns in diesem Sinne untersucht worden, und es hat sich ergeben, dass die Luft keineswegs reizend auf die Rückenmarksquerschnitte einwirkt, dass das Blut dagegen zwar einen Reiz für diese bildet, aber einen zu schwachen, um das BROWN-SEQUARD'sche Phaenomen in seiner vollen Entwickelung erklären zu können. Die hierauf bezüglichen Versuche werden erst im II. Abschnitt dieser Schrift mitgetheilt, hier wollen wir nur so viel bemerken, dass die zweite Hälfte des BROWN-SEQUARD'schen Phaenomens, d. h. die Reflexsteigerung auf der dem Schnitte entsprechenden

Seite ebenfalls von der Reizung des Rückenmarks abgeleitet werden muss und dass auch hierbei ausser dem Blute ein noch anderer unbekannter Erreger wirken muss.

Es sei uns schliesslich erlaubt, die von uns gelieferte Erklärung des BROWN SEQUARD'schen Phaenomens bildlich darzustellen. **a** sei das Gehirn; **bbb** das der Länge nach halbirte Rückenmark; **ou** die quere Rückenmarkswunde; die Pfeile **rd** bezeichnen den Gang der Reizung, welche die Reflexdepression hervorruft; die Pfeile **rs** den Gang der reflexverstärkenden Erregung.



b) Die quantitativen Schwankungen des Reflexvermögens in Folge der halbseitigen Rückenmarksdurchschneidung bieten am geköpften Thiere insofern ein Interesse dar, als sie die Rolle des Gehirns im BROWN-SEQUARD'schen Phaenomene klar hervortreten lassen.

Wir wollen zunächst solche Versuche anführen, in denen das Rückenmark vor seiner Querdurchschneidung der Länge nach gespalten und das Gehirn nicht in toto, sondern mit Ausschluss des verlängerten Marks abgetragen war. Diese Versuche haben die

Erläuterung der Frage zum Zweck, ob das verlängerte Mark bei der Reflexdepression im BROWN-SEQUARD'schen Phänomene die Hauptrolle spiele oder nicht, — das erste liess sich nämlich nach den früheren Erfahrungen des einen von uns erwarten.

Versuch 5.

Das Rückenmark ist der Länge nach halbirt worden; Gehirn intact gelassen.

Linkes Bein.	Rechtes Bein.
22	28
15	17—18
10	15
	die rechte Hälfte quer geschnitten.
11	7—8
10	7
14—15	7—8
12	6—7
Das Gehirn mit Ausschluss des verlängerten Marks abgetragen.	
16	7
13	7
13	7
Das verlängerte Mark abgeschnitten.	
6	7
6—7	7
6—7	8—9
5—6	9—10

Versuch 6.

Dieser Versuch bildet die Fortsetzung des unter 4 angeführten.

Nach Abtragung des verlängerten Marks.

Rechtes Bein.
14—15
16—17

Der Querschnitt mit Kochsalz gereizt.

Rechtes Bein.
17—18
17—18

Der 5. Versuch beantwortet unsere Frage bejahend, zugleich damit zeigt er im Verein mit dem 6., dass die BROWN-SEQUARD'sche Erscheinung am geköpften Thiere kaum zu Stande kommt. Für's Letztere spricht ausserdem eine grosse Reihe directer Versuche, welche ohne vorherige Längstheilung des Rükkenmarks an den von Anfang her geköpften Thieren gemacht worden sind.

Versuch 7.

Nach Blosslegung des Rückenmarks und Köpfung des Thieres.

Linkes Bein.	Rechtes Bein.
28—29	11—12
18—19	19—20
20—21	28—29
21—22	21—22
	Die rechte Hälfte quer geschnitten.
32—33	28—29
21	24—25
21—22	25

Versuch 8.

Dasselbe wie im vorigen.

15—16	11
13	13
11—12	11—12
11—12	11

Die rechte Hälfte quer geschnitten.

13	11—12
12—13	11
13—14	10—11
13	9—10
13	9—10

Versuch 9.

Dasselbe wie im vorigen.

7—8	9—10
7—8	11
9	11—12
11—12	13
11	14—15

Die rechte Hälfte quer geschnitten.

5' Ruhe.

21	11—12
13—14	10—11
9	9
9—10	9—10
9	9—10
9—10	9—10

Versuch 10.

Dasselbe.

5—6	6
7	8
9	7
8	8

Quer geschnitten.

Ruhe.

9	6
9	6
8—9	6
9—10	5—6
9	5—6

Es ist also wirklich wahr, dass das Brown-Séquard'sche Phaenomen in seinen beiden Hälften an einem geköpften Frosche schwächer als an Thieren mit intactem oder theilweise erhaltenem Gehirn ausgesprochen ist. — Jedesmal aber, wenn diese Erscheinung an einem geköpften Thiere in Folge einer halbseitigen Rückenmarksdurchschneidung zu Stande kommt, muss sie nichtsdestoweniger auf die von uns früher angegebene Gründe zurückgeführt, d. h. von der Reizung der Flächen der queren Rückenmarkswunde abgeleitet werden. Dafür spricht ja einerseits der Versuch 6, wo die Reizung des centralen Rückenmarksstumpfes am geköpften Frosche eine kleine Reflexdepression auf der entgegengesetzten Seite des Thieres hervorbrachte, zweitens die gegen uns gerichteten und ganz richtigen Beobachtungen des Herrn Herzen (l. c. pp. 30 u. 31), denen zu Folge eine starke sensitive Reizung des Rückenmarks auch im geköpften Frosche mit einer Reflexdepression beantwortet wird.

Es sei uns am Schlusse des Paragraphen noch folgende Bemerkung gestattet. Schiff leitet bekanntlich die einseitige Reflexverstärkung im Brown-Séquard'schen Phaenomene (ebenso wie die beiderseitige nach Köpfung des Thieres) von der Verengerung der Erregungsbahnen in Folge der halbseitigen Durchschneidung des Rückenmarks ab. Diese Erklärungsweise des Phänomens, indem sie der unsrigen zur Seite gestellt wird, erweist sich entschieden als mangelhaft. 1) giebt sie Rechenschaft nur von der einen

Hälfte der Erscheinung ab; 2) steht sie mit allen jenen Fällen in Widerspruch (und diese Fälle sind nicht selten, besonders am geköpften Frosche), in welchen man auf der Seite der Querdurchschneidung statt einer Verstärkung der Reflexe eine Schwächung derselben beobachtet (man wird dagegen im II. Abschnitte der vorliegenden Schrift sehen können, dass diese Fälle von unserem Standpuncte aus leicht zu erklären sind); endlich 3) gründet sich unsere Erklärungsweise auf positive Thatsachen, welche dem SCHIFF'schen Gedanken in Bezug auf das BROWN-SEQUARD'sche Phänomen fehlen. Gegen seine Hypothese werden wir übrigens weiter unten noch andere Gründe anführen.

B.

§. 5. Die Erfolge der Längstheilung des Rückenmarks.

Zwischen den zwei hierher gehörigen Erfahrungen gehört die eine Herrn BROWN-SEQUARD, die zweite Herrn SCHIFF an. Der erste hat bekanntlich angegeben, dass Längsschnitte durch die graue Commissur doppelseitige Gefühlslähmungen in den Hautabschnitten erzeugen, deren Nerven aus dem verletzten Rükkenmarksstück ihren Ursprung nehmen. Der zweite behauptet, dass in Folge der Längstheilung die Reflexe (wenigstens auf einer Seite) an Stärke zunehmen und sieht deshalb die Operation als einen besonderen Fall der Verengerung der Erregungsbahnen an.

Wäre die Angabe von Brown-Sequard auch für den Frosch richtig gewesen, so sollte man erwarten, dass in diesem Thiere eine Halbirung des Rückenmarks seiner ganzen Länge nach eine vollkommene Unempfindlichkeit der Haut am Rumpfe und an den Extremitäten mit sich bringen würde. Dieses ist aber entschieden nicht der Fall: wir halbirten sehr oft das Rückenmark seiner ganzen Länge nach (von der Spitze des 4. Ventrikels an) und konnten weder am Rumpfe noch an den Extremitäten einen Punct auffinden, welcher unempfindlich wäre. Natürlich müssen für diese Beobachtungen nur solche Thiere benutzt werden, an denen die Operation gelungen ist, d. h. Thiere, welche nach der Operation entweder springen oder wenigstens kriechen können. Somit ist die Angabe von Brown-Sequard, dass die sensiblen Bahnen im Rückenmark sich kreuzen müssen, in Bezug auf den Frosch entschieden unrichtig.

Die Erfahrung des Herrn Schiff konnten wir ebenfalls nicht bestätigen, — es schien uns im Gegentheil bei unseren Versuchen, dass die Reflexe in Folge der Operation eher ab — als zunehmen. Uebrigens sind auch hier Reizungsversuche (d. h. Reizungen der künstlichen Rückenmarkslängsschnitte) nothwendig, ehe man sich ein Urtheil über die Versuche des Herrn Schiff bildet. Diese Versuche anzustellen hatten wir leider noch keine Zeit gehabt.

II.

Die Frage über die reflexhemmenden Mechanismen des Frosches.

§. 6. In Bezug auf diese Frage hat bekanntlich einer von uns schon früher folgendes gefunden.

a) mechanische, chemische und electrische Reizung der Hemisphärenquerschnitte übt auf das Reflexvermögen des Frosches keinen bestimmbaren Einfluss aus;

b) Reizung der Seh- und Vierhügelquerschnitte dagegen deprimirt die Reflexe in bedeutendem Grade.

c) die Reflexdepression bei Reizung des verlängerten Marks ist sehr schwach;

d) bei Reizung der Rückenmarksquerschnitte endlich ist sie = 0.

Indem er zugleich damit bewiesen hat, dass die Reflexdepression, im Falle sie auf die angegebene Weise hervorgerufen wird, nicht etwa in Folge der dem Thiere verursachten Schmerzen eintritt, bestimmte ihn das ungleiche Verhalten verschiedener Querschnitte der centralen Nervenmassen gegen gleiche erregende Einwirkungen, die Existenz in den mittleren Hirntheilen specifischer Mechanismen anzunehmen, deren Function in einer Hemmung der Rückenmarksreflexe bestehen sollte.

Nun werden von ihm die centralen Nervenmassen

von der Peripherie aus gereizt und es hat sich herausgestellt, dass

e) diese Art von Reizung ebenfalls eine Reflexdepression zur Folge hat, im Falle am Thiere das verlängerte Mark oder auch noch die Vierhügel intact gelassen werden; dass dies dagegen

f) an einem geköpften Frosche nie zu Stande kommt.

Diese Reihe von Versuchen liess nun glauben, dass die Hemmungsgebilde des Frosches als Nervencentra zu betrachten, sind, weil sie auf reflectorischem Wege erregt werden können.

Weitere solide Gründe für die Specificität der im Gehirne des Frosches entdeckten Gebilde, ausser ihrer speciellen Lage, konnten von ihm damals nicht beigebracht werden.

Diese Versuche wurden später im Laboratorium des Herrn SCHIFF und unter dessen Leitung durch seinen Schüler Herrn HERZEN wiederholt. Dieser Forscher kam in mancher Beziehung zu ganz anderen Resultaten. Diese können folgendermaassen resümirt werden Die unter a, b (mit c wurden keine Versuche angestellt) und e oben angeführten Thatsachen wurden im Wesentlichen bestätigt; die unter d und f — nicht. Herr HERZEN fand nämlich, (l. c. pp. 24—37), dass die Erregung des Rückenmarks allein, sowohl directe als von der Peripherie aus, eine der Reizungsstärke entsprechende Depression der Reflexe mit sich führt. Dadurch fällt für ihn jede Verschie-

denheit in dem Verhalten des Gehirns und des Rükkenmarks gegen gleiche Einwirkungen weg, und Herr Herzen fühlt sich genöthigt, entweder die Hemmungscentra durch das ganze centrale Nervensystem (was dabei mit den „faubourgs des nerfs périphériques eux mêmes“ gemeint ist, verstehen wir nicht recht, l. c. p. 37) zerstreut anzunehmen, oder überhaupt die Existenz derselben als specifische Gebilde zu verwerfen. Er zieht das letztere vor und resümirt seine Erfahrungen in Bezug auf die Erscheinungen der Reflexdepression folgendermaassen: *es entsteht jedesmal eine starke und durch den ganzen Körper verbreitete Reflexdepression, wenn irgendwelcher peripherischer oder centraler, aber ziemlich bedeutender Theil des Nervensystems gereizt wird.* Das Wesen der Erscheinung wird so aufgefasst; *die ungeheuer starke mechanische oder chemische Reizung des Nervensystems versetzt dasselbe in einen Zustand* (der Ermüdung?), *in welchem es für schwächere Reize unempfindlich wird.* Endlich soll nach Herrn Herzen die graue Nervensubstanz die Bahnen darstellen, welche diese deprimirende Wirkung durch das ganze Nervensystem verbreiten.

§. 7. Ehe wir zur Wiederholung jener Versuche übergehen, welche von unserem Gegner nicht bestätigt worden sind, müssen erst die Gründe auseinandergesetzt werden, welche uns bestimmten, die Re-

flexe bei diesen Versuchen wieder mittelst Säurereizung (nach der TÜRK'schen Methode) zu erwecken.

1) Die Einwände gegen dieses Verfahren von Seite des Herrn HERZEN sind entschieden ohne Bedeutung: einem geköpften Frosche kann man die Pfoten mehr als 10 Mal hintereinander in eine schwach saure Lösung eintauchen, und die Beine werden fast stets nach Verlauf einer und derselben Zeit vom Thiere herausgezogen.*) Insofern aber alle unsere Versuche die Bestimmung solcher Veränderungen bezwecken, welche sehr rasch nach der Reizung sich entwickeln, so genügt für sie im Nothfalle ein 2 bis 4maliges Eintauchen.

2) Wir werden bei diesen Versuchen zum grössten Theil mit sehr schwachen Schwankungen des Reflexvermögens zu thun haben, und gerade für diese Fälle eignet sich die mechanische Reizung der Haut gar nicht, wenn die chemische noch gute Dienste leistet.

3) In die mechanische Reizung der Haut mischt sich unvermeidlich der tactile Moment ein; es wird aber am Schlusse des zweiten Abschnittes gezeigt, dass die Erscheinungen der Depression der mittelst Säure hervorgerufenen und der tac-

---

*) Herr HERZEN führt selbst Versuche an (z. B. die Versuche XXXII., XXXV.), wo die Beine 7 Mal hintereinander in die Säure eingetaucht waren, und scheint doch den Resultaten dieser Versuche Glauben zu schenken.

tilen Reflexe nicht Hand in Hand gehen (einer von uns hat diese Bemerkung schon bei seiner ersten Arbeit über die Reflexhemmungen gethan). Deswegen werden auch die Versuche mit der mechanischen Hautreizung in einem besonderen Paragraphen abgehandelt.

Schliesslich noch eine Bemerkung. In allen Fällen, wo wir bei diesen neuen Versuchen die sogenannten Hemmungscentra zu erregen hatten, reizten wir das Gehirn nur am Sehhügelquerschnitte, weil die Reflexdepression von hier aus am reinsten und am stärksten zu erhalten ist. Wir bedienten uns ferner hierbei nur der chemischen und der electrischen Reizung, da die Durchschneidungen, wie Herr HERZEN ganz richtig bemerkt hat, nicht so sicher wirken.

Reizung der Rückenmarksquerschnitte mit Kochsalz.

§. 8. Das Versehen des einen von uns bei seinen früheren Versuchen über die Rückenmarksreizung bestand darin, dass er sich in diesem Falle einer Säurelösung derselben Concentration bediente, welche ihm zu den Versuchen mit der Hirnreizung diente; zweitens darin, dass er auf die kleinen Schwankungen des Reflexvermögens bei derartigen Rückenmarksreizungen gar nicht achtete. Durch die traurigen Erfolge dieses Versehens belehrt, haben wir nun die Concentration der zum Erwecken der Reflexe dienen-

den Säurelösung, so wie die Stärke der Rückenmarksreizung auf das verschiedenartigste variirt.

Zunächst wollen wir Versuche beschreiben, bei welchen das Rückenmark sehr stark (mittelst Kochsalzkrystallen), die Haut dagegen sehr schwach (in der zum Erwecken der Reflexe angewandten Lösung konnte man den sauren Geschmack mit der Zunge kaum entdecken) gereizt wurde. Vom Standpuncte des Herrn HERZEN aus ist diese Combination zum Hervorrufen der Reflexdepression die günstigste. Der Reizungsort lag bei diesen Versuchen entweder gleich unterhalb der Rautengrube, oder unterhalb des plexus brachial. Die Reflexe waren bloss an den hinteren Extremitäten gemessen. Zwischen den gleich anzuführenden Versuchen wählen wir als Beispiele solche aus, welche so zu sagen die extremen Fälle darstellen, d. h. Versuche, in welchen entweder die Reflexdepression oder die Reflexsteigerung am stärksten ausgeprägt war. Der gewöhnliche Verlauf der Dinge besteht aber darin, dass die Reflexdepression, welche eine viel häufigere Erscheinung als die Reflexsteigerung darstellt, nie die Höhe erreicht, welche in den Versuchen 11 und 12 angegeben ist.

Versuch 11.

Das Rückenmark gleich unterhalb der Rautengrube durchschnitten.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.
4	5—6
5	5—6

1′ nach der Reizung.

Links.	Rechts.	
8	8	
10	12	2′ später.
18	20	
23	27	3′ später.

Versuch 12.

Das Rückenmark gleich unterhalb der Rautengrube durchschnitten.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.
5—6	5—6
5—6	5—6

½′ nach der Reizung.

10	12	1½′ später
15	15	3′ später.
11	20	5′ später.
26	27	

Versuch 13.

Durchschneidung des Rückemarks gleich unterhalb der Rautengrube.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.
6	8
6	7

Unmittelbar nach der Reizung.

5	4	1′ später.
6	8	1′ später.
7	8	2′ später.
14	10—11	

Versuch 14.

Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb des plexus brach.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.	
10—11	6—7	
9	7	

Gleich nach der Reizung.

3—4	5—6	
5—6	5—6	
10	9	
10	15	} 5'
10	11	
9	13	
10	11—12	

Versuch 15.

Durchschneidung des Rückenmarks unterhalb des plexus brach.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.
5—6	7—8
3—4	5—6

Gleich nach der Reizung.

2—3	5—6
4—5	7
7	8

Das Thier macht eine Reflexbewegung.

10	9
10	10

In allen diesen Versuchen wurde wie oben gesagt eine sehr schwache Säurelösung zur Hautreizung angewandt. Weitere Verdünnung derselben bis zum

völligen Verschwinden des sauren Geschmacks erwies sich unzulässig; man bekommt nämlich hierbei ungeheuer grosse Schwankungen des Reflexvermögens ohne dass das Rückenmark gereizt wäre. Als Beispiele führen wir zwei Versuche an; zu beiden wurde eine und dieselbe Säure angewandt; im 16. war das Rükkenmark chemisch gereizt, im 17. in Ruhe gelassen.

Versuch 16.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.
16—17	14—15

Das Thier macht eine Bewegung.

47	14
21	50
20	43
21	26
29	18

Nach der Reizung.

> 50	> 50
31	> 50

Versuch 17.

Ohne Reizung.

Links.	Rechts.
7	> 37
19	> 40
> 50	> 50
> 100	> 100

Durchmustert man die ganze Reihe von angeführten Beispielen, so wird es einem schwer zu verstehen sein, wie Herr Herzen zu dem Schlusse kommen konnte „dass die chemische oder mecha-

nische Reizung des Rückenmarks gleich unterhalb der Rautengrube und selbt um 1 mm. tiefer eine ebenso starke und mit der Reizungsstärke steigende Reflexdepression hervorbringe, wie es bei Reizung der Sehhügel der Fall ist“ (l. c. S. 24). Abgesehen davon, dass der Effect der Rückenmarksreizung kein beständiger ist, muss man nicht ausser Acht lassen, dass die Zahl 27 in den Versuchen 11 und 12 die stärkste Reflexdepression darstellt, welche bei der Rückenmarksreizung überhaupt möglich ist; dass die entsprechende Zahl bei der Sehhügelreizung dagegen (und bei einer wenigstens 2 Mal stärkeren Hautreizung!) immer mehr als 150 beträgt. Uebrigens hat Herr HERZEN diesen Satz aufgestellt, ohne einen einzigen thatsächlichen Beleg zu seinen Gunsten anzuführen. Er beschreibt zwar einen Versuch*) (l. c. pag. 22), in welchem das Rückenmark chemisch gereizt wurde, es sind aber dabei keine Zahlen für die Aenderung des Reflexvermögens angeführt, und der Verfasser beschränkt sich wörtlich

---

*) Der zweite (l. c. pag. 23), welcher dasselbe beweisen soll, ist ein indirecter: er soll nämlich die deprimirende Wirkung der Rückenmarksdurchschneidung dadurch beweisen, dass die durch vorherige Hirnreizung bewirkte Reflexdepression nicht gleich verschwindet, wenn man das Rückenmark durchschneidet. Diese Erscheinung kann aber so erklärt werden: wenn die Rückenmarkscentra von aussen her in irgend welchen Zustand versetzt werden, so besteht in ihnen dieser Zustand in Form einer Nachwirkung eine lange Zeit fort. Der 3. Versuch endlich, in welchem das Rückenmark mit einer Pincette zerquetscht wurde, beweist schon wegen seiner Grobheit nicht viel.

zu bemerken, dass die Reflexdepression in Folge der Rückenmarksreizung augenscheinlich war.

Wir unsererseits ziehen einstweilen aus unseren Versuchen nur folgende 3 Schlüsse:

1) Die Reflexdepression in Folge einer starken chemischen Reizung der Rückenmarksquerschnitte ist eine zwar sehr häufige, aber keineswegs beständige (am wenigsten zu Anfang der Reizung) Erscheinung;
2) Sie ist unvergleichlich schwächer als die entsprechende Reflexdepression bei einer Sehhügelreizung ausgesprochen.
3) Sie scheint ausserdem sich ganz allmählich zu entwickeln, und in Folge dessen ist sie unter gleichen Bedingungen um so stärker ausgeprägt, je länger die Reizung fortgesetzt wird.

Bedenkt man ferner, dass bei einer Rückenmarksreizung die Steigerung der Reflexe im allgemeinen um so eher angetroffen wird, je schneller die letzteren nach geschehener Reizung gemessen werden, so liegt der Gedanke nahe, dass vielleicht die Reflexsteigerung eine zu Anfang der Reizung gewöhnliche Erscheinung darstellt, welche oft nur aus dem Grunde übersehen wird, weil ihre Flüchtigkeit mit der Reizungsstärke zunimmt. Aus diesem Gedanken entstand eine neue Reihe von Versuchen, in welchen einerseits die Rückenmarksquerschnitte möglichst schwach gereizt, andererseits die Reflexe möglichst rasch nach geschehener Reizung gemessen wurden.

Reizung der Rückenmarksquerschnitte mit Blut.

§. 9. Die Erforschung des Wesens der BROWN-SEQUARD'schen Erscheinung liess uns, wie oben bemerkt, glauben, dass möglicherweise das Blut einen Reiz für die entblössten Rückenmarksquerschnitte bildet, und es war dieser Gedanke, der uns zur Entdekkung eines der schwächsten chemischen Reize für die centralen Nervenmassen führte.

Die Form, in welcher derselbe in unserem jetzigen Fall angewandt wird, ist sehr einfach. Zuvörderst wird der Frosch vermittelst der Ausschneidung des Herzens entblutet und 5'—10' in Ruhe gelassen, damit die später blosszulegenden Rückenmarksquerschnitte möglichst frei von Blut seien; (länger zu warten wäre nachtheilig, weil im entbluteten Frosche die Erregbarkeit der Nervencentra sehr rasch abfällt); später wird das Rückenmark durchschnitten und nach kurzer Erholung des Thieres die Reflexfähigkeit seiner hinteren Extremitäten vermittelst einer schwachen Säurelösung festgestellt; endlich wird der Rückenmarksquerschnitt mit defibrinirtem Froschblut benetzt und die Reflexstärke abermals gemessen.

Das einzig Schwierige bei diesen Versuchen ist die Feststellung der Reflexstärke vor der Reizung, insofern diese Bestimmung, wegen der Unbedeutendheit der durch das Blut bewirkten Schwankungen des Reflexvermögens, sehr genau sein muss. Man erreicht

den Zweck am besten, indem man sich eine deutlich saure (eine für die meisten Fälle zu starke) Lösung zubereitet und die Haut erst mit dieser 1 oder 2 Mal reizt. Hierauf wird die saure Flüssigkeit mit Wasser verdünnt und die Beine abermals eingetaucht. Ist die Anzahl der Metronomschläge dieselbe wie bei der früheren geblieben, so verdünnt man die Säure weiter und weiter bis endlich die Anzahl der Schläge grösser geworden ist. Bei der letzten Concentration der Säurelösung darf man stehen bleiben, weil sie gewöhnlich nicht mehr im Stande ist die Zahlen der vorherigen Probe auch bei wiederholter Hautreizung zu geben. Zur grösseren Ueberzeugung kann man übrigens auch diese letzte Prüfung vornehmen: bleiben hierbei die das Reflexvermögen ausdrückenden Zahlen fast dieselben (die Schwankungen dürfen nicht die Dauer eines Schlages übertreffen), oder sind sie in einer zunehmenden Reihe angeordnet, so ist die Lösung gut, widrigenfalls ist eine neue Verdünnung angezeigt. Es ist übrigens jedem bekannt, dass gerade bei solchen Kleinigkeiten die Uebung das meiste leistet.

Wir lassen nun eine Anzahl solcher Versuche folgen. Sie sind in 3 Kategorien eingetheilt. In der 1. sind Fälle zusammengestellt, welche am häufigsten vorkommen; zu der 2. gehören Versuche, in welchen die Aenderung des Reflexvermögens am stärksten ausgeprägt ist; in der 3. endlich sind alle jene Ver-

suche angeführt, in welchen wir keine Aenderung des Reflexvermögens beobachtet haben.

Erste Kategorie.

Versuch 18.	Versuch 19.	Versuch 20.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
9—10*)	10—11	7—8
9	10—11	6—7
Reizung mit Blut.	Blut	6—7
7—8	8—9	Blut.
8	11—12	5—6
9	12—13	6—7
neuer Schnitt u. Ruhe		7
8—9		
9—10		
Blut.		
9		
11		
11		

Versuch 21.	Versuch 22.	Versuch 23.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
7—8	7	7
9—10	7—8	9
9—10	9	9—10
Blut.	Blut.	9—10
8—9	8—9	Blut.
11—12	9	8—9
13	9	11—12
	9—10	
	12	

*) Insofern die Reflexe in diesen Versuchen möglichst schnell nach geschehener Reizung gemessen werden mussten, konnten sie nur an der einen der hinteren Extremitäten bestimmt werden.

Zweite Kategorie.

Versuch 24.	Versuch 25.	Versuch 26.	Versuch 27.
Vor d. Reizung.	Vor d. Reizung.	Vor d. Reizung.	Vor d. Reizung.
7—8	11	11—12	9—10
10—11	9—10	11—12	9—10
Blut.	9	Blut.	Blut.
7—8	9—10	7—8	7—8
10—11	9	10—11	8
9—10	Blut.	7—8	11
	7—8	10—11	11
	7—8	9—10	11
	9—10		17
	9—10		

Versuch 28.	Versuch 29.	Versuch 30.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
15—16	7—8	14
16—17	7—8	14—15
Blut.	Blut.	Blut.
14	5—6	11—12
11—12	7	9—10
Neuer Schnitt.	7—8	15
〉20	Neuer Schnitt.	Ruhe.
〉30	17	andere Bein.
Blut.	Blut.	7—8
23—24	15	8—9
19	15—16	Blut.
23	Neuer Schnitt.	6—7
Ruhe.	〉27	7—8
13	23	Blut.
Blut.	19—20	7—8
16	17	9—10
16	17—18	Neuer Schnitt.
Blut entfernt.	17—18	12
Ruhe.	Blut.	13—14
19	15	Blut.
Blut.		10—11
23		15—16
		18
		21

Dritte Kategorie.

Versuch 31.	Versuch 32.	Versuch 33.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
7—8	9—10	7
7--8	5—6	12
7	6—7	Blut.
Blut.	7—8	12—13
7—8	Blut.	15
9	7—8	
13	9—10	

Hier müssen wir einstweilen die weitere Entwikkelung unserer Hauptfrage verlassen, um erst die durch die angeführten Versuche unmittelbar angebotenen Fragen zu lösen. Es sind deren zwei:*) 1. die Frage, ob die Einwirkung des Blutes auf die Rückenmarksquerschnitte wirklich als eine reizende aufzufassen ist; 2. ob diese Eigenschaft unter den thierischen Flüssigkeiten nur dem Blute und welchen Bestandtheilen desselben zukommt.

§. 10. Was die erste dieser 2 Fragen betrifft, so löst sie sich schon durch den Verlauf der Erscheinung selbst bei Reizung des Rückenmarks mit Blut man sieht in der That fast in allen Fällen die zu Anfang der Bluteinwirkung vorhandene Reflexsteigerung in einen entgegengesetzten Zustand überge-

*) Es sind deren eigentlich viele, die übrigen werden aber später abgehandelt, insofern sie die Frage über die Hemmungsmechanismen direct berühren.

hen — eine Erscheinung, welche bei der Einwirkung des Kochsalzes auf die Rückenmarksquerschnitte ebenfalls bemerkt wurde. Insofern aber diese letztere Einwirkung von Allen als eine reizende aufgefasst wird, muss dasselbe auch für das Blut angenommen werden.*) Dann kann man aber weiter behaupten, dass die Reflexsteigerung bei Reizung eines Rückenmarksquerschnittes einem erregten Zustande des Rükkenmarkes entspricht, die Reflexdepression dagegen in Folge seiner Ueberreizung entstehe. Diese Sätze werden übrigens durch die später mitzutheilenden Versuche mit der electrischen Reizung des Rückenmarks noch schärfer bewiesen.

Zur Beantwortung der zweiten Frage haben wir folgendes gethan: in der Voraussetzung, dass möglicherweise die die Nervenmassen erregende Substanz des Blutes in den Blutkörperchen enthalten sei, wurde das Rückenmark mit einem durch Gefrieren aufge-

---

*) Man könnte sich die Wirkung des Blutes auf die entblössten Rückenmarksquerschnitte noch etwa so erklären: in Folge des Blutverlustes fällt die Reflexfähigkeit des Rückenmarks fortwährend ab, und das Organ selbst wird zugleich sehr erschöpfbar. Die Benetzung desselben mit Blut giebt ihm so zu sagen die ernährende Flüssigkeit für einen Augenblick zurück, es belebt sich in Folge dessen, aber ebenfalls für einen Augenblick, um später in den Zustand einer um so grösseren Schwäche zu verfallen, je stärker die Erregung war. Abgesehen aber davon, dass diese Erklärungsweise einiger Voraussetzungen bedarf, dass sie complicirter und weniger klar als die im Text angegebene ist, laufen doch beide im Wesentlichen auf dasselbe, d. h. auf die Erregung der Nervencentra durch das Blut, hinaus.

lösten Frosehenblut gereizt; — die Resultate fielen negativ aus, wir vermoehten mit anderen Worten keinen Unterschied zwisehen der Einwirkung dieses und der des gewöhnlichen Blutes finden. Ebenso war es, wenn wir die Fälle untereinander verglichen, in welchen das die Rückenmarksquerschnitte reizende Blut einmal mit CO_2, das andere Mal mit O gesättigt wurde. Diese Umstände lassen uns glauben, dass die erregende Wirkung des Blutes keineswegs seinen specifischen Bestandtheilen, sondern einzig und allein den darin enthaltenen Salzen zugesehrieben werden muss. Als weiterer Beleg dafür scheint uns der Umstand zu sein, dass die Galle des Frosehes ebenfalls reizend auf die eentralen Nervenmassen einwirkt. Der Stärke ihrer Wirkung naeh steht sie in der Mitte zwisehen dem Blute und dem Koehsalz; daher trifft man die Reflexsteigerung bei Reizung des Rückenmarks mittelst derselben weniger oft, als wenn das Blut auf diese Weise angewandt wird, dagegen öfter als wenn das Rückenmark mit Koehsalz gereizt wird. Die Galle eignet sich aber besonders gut für die ehemisehe Reizung der thal. opt.: sie bewirkt von hier aus eine fast ebenso grosse Depression der Reflexe als es die Koehsalzreizung thut, ohne so oft wie diese von lästigen Convulsionen begleitet zu werden.

Zum Sehlusse dieses Paragraphen lassen wir einige Beispiele der Einwirkung der Galle auf die Nervencentra folgen.

Reizung der Rückenmarksquerschnitte im entbluteten Frosche durch die Galle.

Versuch 34.	Versuch 35.	Versuch 36.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
2—3	8	9
2—3	9	6—7
2—3	11	7—8
Galle.	12	Galle.
5	Galle.	6—7
8—9	13	6
8—9	13	7—8
Galle entfernt.	15—16	8—9
3—4	15—16	10—11
4—5		11
7—8		13
Galle.		
6—7		
9—10		
11—12		

Versuch 37.	Versuch 38.	Versuch 39.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
7—8	7—8	7
7	7—8	8
7	Galle.	8
Galle.	8—9	8
4	9—10	Galle.
5—6	11—12	7
7—8	15—16	7
7—8		9—10
7—8		11
		11—12

Reizung der Thalami opt. durch die Galle.*)

Versuch 40.	Versuch 41.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
8—9	13—14
10—11	11—12
8—9	10
Nach der Reizung.	Galle.
17—18	19
>60	>60
	Kopf abgeschnitten und Ruhe.
	9—10
	7
	7
	6
	Galle.
	6—7
	9
	5

Versuch 42.	Versuch 43.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
8—9	14
9—10	13
9—10	15—16
Galle.	Galle.
18	53
49	Galle entfernt und Ruhe.
Galle entfernt und Ruhe.	29—30
38	19—20
27	21
Galle.	Galle.
31	> 150
42	Kopf abgeschnitten und Ruhe.
	16—17
	21—22

*) Bei diesen Versuchen wurden beide hinteren Extremitäten des Frosches zugleich in die saure Lösung eingetaucht.

Jetzt nehmen wir die unterbrochene Entwickelung unserer Hauptfrage wieder auf.

§. 11. Nachdem wir bei unseren Versuchen mit der Reizung der Rückenmarksquerschnitte mittelst Kochsalz bald eine Steigerung der Reflexe bald eine Depression derselben bemerkt haben, glaubten wir dieser Unbeständigkeit des Phaenomenes durch Versuche auf die Spur kommen zu können, in welchen die Querschnitte möglichst schwach gereizt würden. Ein glücklicher Zufall führte uns auf die Anwendung des Blutes in diesem Sinne, und die in §. 9. beschriebenen Versuche entsprachen unseren Erwartungen am vollkommensten.

Die Reflexsteigerung bei Reizung der Rückenmarksquerschnitte ist in der That eine zu Anfang dieser Reizung gewöhnliche Erscheinung; sie ist aber flüchtig und geht in einen entgegengesetzten Zustand der Reflexdepression um so eher über, je stärker die Rückenmarksreizung im Verhältniss zu derjenigen der Haut gemacht wird.

Somit hat Herr HERZEN bei seinen Versuchen mit der directen chemischen Reizung des Rückenmarks nur die letzte Hälfte der ganzen Erscheinung gesehen; und der Grund davon ist sehr erklärlich, wenn man bedenkt, dass er inmitten der stärksten italienischen Sommerhitze und an solchen Fröschen experimentirte, welche seiner eigenen Angabe nach

wenig empfindlich, collabirt, der Prostration geneigt u. s. w. waren.

Die durch die Reizung des Rückenmarks mit Blut gewonnenen Resultate wurden durch einen von uns (P.) auch für den Fall bestätigt, wenn das Rückenmark electrisch gereizt wird.*) Man fängt die Reizung mit solchen Inductionsströmen an, welche gar keinen Einfluss auf das vorher bestimmte Reflexvermögen des geköpften Frosches ausüben, und verstärkt die Reizung allmählich. Der erste Effect in Bezug auf das Reflexvermögen, welcher hierbei beobachtet wird, besteht gewöhnlich in einer Steigerung der Reflexe, welche bald einer Depression der letzteren Platz macht. Die Reflexdepression nimmt mit der Stärke und der Dauer der Reizung zu; die Erholung des Thieres nach unterbrochener Reizung geschieht allmählich.

Einige Beispiele werden genügen, um den Verlauf der Erscheinung dem Leser klar zu machen.

Versuch 44.

Vor d. Reizung.	N. d. Reizung.	Str. verstärkt.	Str. verstärkt.
5—6	7—8	9—10	9—10
7	9	9—10	11
6—7	8—9	11	12—13
7 8	9	11—12	13
		11—12	
		11—12	

*) Die äussere Form der Versuche ist hier dieselbe, welche in §. 14 für die Reizung der Thal. opt. angegeben ist.

Versuch 45.	Versuch 46.	Versuch 47.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
8	9	13—14
8	9	13—14
Nach der Reizung.	Nach der Reizung.	18
7—8	8—9	Nach der Reizung.
9—10	10	11—12
11—12	11	15—16
1' Ruhe.	1' Ruhe.	1' Ruhe.
11	10—11	15—16
Ruhe.	Str. verst. Reizung.	Str. verst. Reizung.
9—10	9—10	14—15
13	12—13	16
Dauernde Reizung.	13—14	19—20
1½' später.	17	Str. verstärkt.
19—20	19	26—27
½' später.	23	1½' später.
23—24	Reizung unterbroch.	41—42
2' später.	3' Ruhe.	Reizung unterbroch.
45—46	15	4' Ruhe.
Reizung unterbroch.	16	21
4' Ruhe.	14	23—24
35	12—13	23
23—24		21
19—20		

Diese Versuche, obgleich sie nichts Neues zu den früher gewonnenen Resultaten hinzufügen, sind insofern wichtig, als sie diese Resultate bekräftigen und den zu Anfang des vorigen Paragraphen ausgesprochenen Gedanken über das Wesen der Reflexsteigerung bei der Rückenmarksreizung direct beweisen. Nach diesen Versuchen kann in der That diese Erscheinung nur als ein Erregungszustand aufgefasst werden.

§. 12. Jetzt wenden wir uns zur Wiederholung der zweiten Reihe von Versuchen, welche von Herrn Herzen nicht bestätigt worden sind, namentlich zur

Reizung des Rückenmarks von der Peripherie aus.

Die früheren Versuche des einen von uns, welche in dieser Richtung angestellt worden sind, leiden an denselben Mängeln, welche oben für die Versuche mit der directen Rückenmarksreizung angegeben sind. Es wurde namentlich bei diesen Versuchen eine zu starke Säurelösung zum Auslösen der Reflexe angewandt und die kleinen Schwankungen des Reflexvermögens blieben ohne Beachtung. Es muss ausserdem bemerkt werden, dass das Verfahren des Herrn Herzen, Nervenstämme anstatt die Haut (wie es bei den früheren Versuchen geschah) zu reizen ein viel besseres als das ältere ist,*) weil man hierbei die in Folge der Reizung entstehenden Reflexveränderungen zu gleicher Zeit mit dieser Reizung beobachten kann.

Die Ergebnisse unserer neuen Versuche können in folgender Weise zusammengefasst werden:

---

*) Wir meinen darunter natürlich nur solche Versuche, bei welchen das Thier nicht vorher mit Strychnin vergiftet war; unter letzterer Bedingung haben die Versuche insofern wenig Bedeutung, als das Rückenmark durch dieses Gift bekanntlich sehr erschöpfbar gemacht wird. Ueber die Bedeutung der Versuche aber, bei welchen der Plexus ischiadicus ausgerissen wurde, brauchen wir unsere Meinung wohl nicht auszusprechen.

1) Wenn die zum Messen der Reflexe an einem Bein dienende Säurelösung einen deutlich sauren Geschmack zeigt, so bewirkt eine gleichzeitige chemische Reizung der Nervenstämme des andern Beines eher eine Steigerung der Reflexe, als eine Depression derselben. Es giebt sogar Fälle, wo diese letztere gar nicht zum Vorschein kommt.

2) Ist dagegen die angewandte Säure so schwach, dass sie von der Zunge kaum als solche erkannt werden kann, so hat starke Reizung der Nervenstämme des anderen Beines eine Depression der Reflexe zur Folge; aber auch hier gelingt es oft, zu Anfang der Reizung eine rasch vorübergehende Steigerung der Reflexe zu beobachten.

Es mögen als Beispiele einige Versuche*) angeführt werden.

Versuch 48.

Rechtes Bein vor der Reizung.

7—8
7

Reizung des blossgelegten n. tibial. sin mittelst Kali caustic.

3—4
3—4
3—4 } innerhalb 3'
5—6
4—5

*) S. auch die älteren Vers. in Setschenow's Stud. üb. d. Hemmungsm. 1863 p. 36 u. 37, bei welchen die Säure stark war.

Versuch 49.

Rechtes Bein vor der Reizung.
5—6
5 6

Reizung mit Kali linkerseits.

3—4
7—8 } innerhalb 2'
7—8

Neue Reizung.

5—6
10
6—7

Versuch 50.

Rechtes Bein vor der Reizung.
9
9

Reizung mit Kali.

7—8
13
15
18
11—12

Versuch 51.

Rechtes Bein vor der Reizung.
20
19—20

Reizung mit Kali.

17
27—28
19—20

Versuch 52.

Rechtes Bein vor der Reizung.
6—7
5
4
7

Reizung mit Kali.

	10	innerhalb 2'
	12	
	21	
	36	

Versuch 53.

		Rechtes Bein vor der Reizung.
		8
		7
		8
		6
		10
		8—9
		7
Kneifen der linken Pfote mit der Pincette.		
		11
		16
	Ruhe.	
		9
		7—8
Mechanische Reizung der Pfote.		
		16—17
	Ruhe.	
		19
		20
Starke mechan. Reizung.		
		26

Ein Blick auf die angeführten Beispiele ist genügend, um dem Leser zu zeigen, dass man bei diesen Versuchen genau Dasselbe bekommt, was bei Reizung eines Rückenmarksquerschnittes beobachtet wird. Diese Uebereinstimmung der Effecte bei zwei verschiedenen Reizungsweisen eines und desselben Organs lässt nun glauben, dass die Apparate, welche

hierbei erregt werden, im Wesentlichen dieselben sind; — ja, es ist sogar leicht, diese Apparate mit ihrem Namen zu bezeichnen.

Niemand wird in der That daran zweifeln, dass in allen zuletzt angeführten Versuchen die sogenannte Reizung des Rückenmarks von der Peripherie aus und die zur Bestimmung der Reflexstärke dienenden Operationen (Reizungen der Haut an den Pfoten mittelst Säure) im Wesentlichen nichts weiter als eine Reihe von verschieden starken Erregungen eines und desselben reflectorischen Rückenmarksapparates sind. Andererseits ist es bekannt, dass bei weitem die meisten Querschnitte des Rückenmarks*) sensible Fasern, d. h. Fortsetzungen der hinteren Wurzelfasern, enthalten, folglich eine Reizung dieser Querschnitte der Erregung des Rückenmarks von der Peripherie aus vollkommen gleich ist.

Somit können in der That beide Arten von Versuchen mit der Rückenmarksreizung als wesentlich gleich, d. h. als eine Reihe von ungleich starken Er-

*) Wir haben in der That bei unseren Versuchen mit der directen Rückenmarksreizung ziemlich oft Querschnitte dieses Organes getroffen, deren stärkste chemische Reizung keine Spur von reflectorischen Bewegungen im Körper des Thieres hervorrief. Insofern aber der Ablauf der Erscheinungen bezüglich des Reflexvermögens auch in diesen Fällen der gewöhnliche ist, d. h. in einer flüchtigen Steigerung der Reflexe mit nachfolgender Depression derselben besteht, so muss angenommen werden, dass Reizung der intercentralen Rückenmarksfasern einen Leitungsvorgang in denselben zu erregen im Stande ist. Hierdurch würden aber diese Fälle wieder denjenigen gleich sein, bei welchen sensible Fasern durch Reizung getroffen werden.

regungen des reflectorischen Apparates des Rückenmarks betrachtet werden. Was aber die Resultate dieser Versuche, d. h. die Schwankungen des Reflexvermögens, betrifft, so können letztere leicht erklärt werden, wenn man den reflectorischen Apparaten des Rückenmarks ähnliche Eigenschaften zukommen lässt, welche dem Sehorgane eigen sind, dass nämlich dort wie hier die Erregbarkeit des Organs unter dem Einflusse der Reizung sehr rasch sinkt. In diesem Sinne würde unsere Reflexsteigerung etwa dem Effecte der primären Lichtreizung, — unsere Reflexdepression der Erscheinung der negativen Bilder entsprechen. Aus den Versuchen mit der Blutreizung der Rückenmarksquerschnitte könnte man weiter schliessen, dass die Erschöpfbarkeit des Rückenmarks eine ungeheure ist, man muss aber nicht vergessen, dass diese Versuche am blutleeren, im Absterben begriffenen Organ gemacht worden sind.

Somit sind wir bei Wiederholung aller früheren Versuche des einen von uns, welche von Herrn Herzen nicht bestätigt worden sind, zwar zu anderen factischen Resultaten als dieser Forscher, aber im Wesentlichen zu seinen Schlüssen über die allgemeine Bedeutung der Reflexdepression bei Reizung des Rückenmarks gekommen. Der Zweifel des Herrn Herzen in der Existenz der specifischen reflexhemmenden Mechanismen im Gehirne des Frosches war

also in der That begründet; — er ist sogar nach den bis jetzt von uns angeführten Versuchen noch möglich. Die Reizung der Hirnquerschnitte ist in der That bei allen älteren hierauf bezüglichen Versuchen immer stark gewesen, und wer kann dafür stehen, dass die durch diese Reizung gewonnenen Thatsachen auch für den Fall einer schwächeren Reizung der entsprechenden Theile sich bestätigen werden? Wir haben ja gesehen, dass das Blut, als Reizmittel für die centralen Nervenmassen angewandt, die HERZEN'sche Depression der Reflexe in eine Steigerung derselben umzuwandeln vermochte, warum sollte es mit der SETSCHENOW'schen nicht dasselbe thun? Kurz, der Leser sieht ein, dass jetzt Reizungen der Hirnquerschnitte mit Blut unentbehrlich waren, und dass überhaupt die ganze Frage, über die reflexhemmende Wirkung des Gehirns von dem Ausgange dieser Versuche abhing.

Reizung der Hirnquerschnitte mit Blut.

§. 13. Zu diesen Versuchen muss der Frosch, wie in den entsprechenden Rückenmarksreizungen, entblutet und seine Reflexfähigkeit sehr genau bestimmt werden; sonst geschieht die Reizung auf gewöhnliche Weise. Der Hauptort der Reizung ist natürlich der Sehhügelquerschnitt. Die Reizung an der oberen Grenze des verlängerten Marks war ausserdem insofern von Interesse, als die früheren Versuche

des einen von uns gerade an diesem Orte keine scharfe Resultate gaben.

Die Ergebnisse aller Versuche mit der Sehhügelreizung bestanden in einer, im Vergleich mit dem Effecte der Kochsalzreizung, zwar schwachen, aber deutlichen Reflexdepression; **und in keinem einzigen Falle ging dieser Erscheinung eine Steigerung der Reflexstärke voran.**

Es gelingt dagegen bei Reizung des obern Querschnittes des verlängerten Marks nicht selten, eine der Depression der Reflexe vorangehende flüchtige Verstärkung derselben wahrzunehmen.

Es mögen erst einige Versuche als Beispiele angeführt werden, ehe wir zu weiteren Schlüssen aus denselben übergehen.*)

Reizung des Sehhügelquerschnittes.

Versuch 54.	Versuch 55.	Versuch 56	
Vor d. Reizung.	Vor d. Reizung.	Vor d. Reizung.	Neue Reizung.
7	10	6–7	29—30
7	9	7—8	26—27
Reiz. mit Blut.	Reiz. mit Blut.	Reiz. mit Blut.	Blut entfernt.
9	10	9	Ruhe.
9–10	11	12—13	16—17
10—11	14	9—10	18—19
	24	15—16	Blut.
	Blut entfernt.	Blut entfernt.	23
	25	16—17	33—34
	Neue Reizung.	20—21	
	31		

*) In allen diesen Versuchen wurden die beiden hinteren Extremitäten zugleich in die Säure eingetaucht.

Versuch 57.	Versuch 58.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
9	9—10
9—10	13
Reizung mit Blut.	Reizung mit Blut.
12	13
12	16
Neue Reizung.	16
16—17	Blut entfernt.
Blut entfernt.	15—16
Ruhe.	Reizung mit Blut.
13—14	20
Reizung mit Blut.	18—19
17	

Versuch 59.	Versuch 60.	Versuch 61.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
5—6	4—5	17
5—6	5	9—10
Reizung mit Blut.	7—8	10
7—8	8	20
7—8	Reizung mit Blut.	24
Neue Reizung.	15	20
8—9	18	Reizung mit Blut.
9—10	Blut entfernt.	31—32
	Ruhe.	31
	17—18	Blut entfernt.
	Blut.	Ruhe.
	23	20
		27
		Reizung mit Blut.
		41—42
		Blut entfernt.
		34
		Neue Reizung.
		39

Reizung an der oberen Grenze des verlängerten Marks.

Versuch 62.	Versuch 63.	Versuch 64.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
6—7	8—9	15—16
7	7	13—14
7—8	7—8	14—15
8	Reizung mit Blut.	Reizung mit Blut
Reizung mit Blut.	6—7	16 17
6—7	7—8	22
8—9	8	
9—10		
12—13		

Versuch 65.	Versuch 66.
Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
11 12	10—11
11—12	12—13
Blut.	14—15
12	Blut.
13—14	16—17
	19—20
	Blut entfernt.
	Ruhe.
	14—15

Somit ist das Verhalten des verlängerten Marks gegen die chemische Reizung demjenigen des Rückenmarks ähnlich, das Verhalten der Sehhügel dagegen gerade entgegengesetzt. Die erste Thatsache zwingt uns, die Erscheinungen bei Reizung des verlängerten Marks von demselben Gesichtspunkte aus zu betrachten, welcher früher für die Reizung eines Rückenmarksquerschnittes angegeben worden ist, d. h. die Schwankungen des Reflexvermögens von einer Rei-

zung der reflectorischen Mechanismen im verlängerten Marke abzuleiten. Die zweite würde hingegen die specifische reflexhemmende Natur der im Sehhügelquerschnitte gelegenen Mechanismen unbedingt beweisen können, wäre das Blut in der That der schwächste von allen möglichen chemischen Reizen für die Nervencentra gewesen. Letzteres zu beweisen sind wir leider nicht im Stande, und deshalb begnügen wir uns einstweilen mit der Bemerkung, dass die Existenz der reflexhemmenden Mechanismen im Gehirne des Frosches durch unsere letzten Versuche nur höchst wahrscheinlich geworden ist.

Wenden wir uns jetzt aber zur weiteren Entwickelung unserer Frage.

Electrische Reizung der Sehhügel.

§. 14. Bei diesen Versuchen muss die Hauptaufmerksamkeit zunächst auf eine möglichst unbewegliche Befestigung des Frosches (und namentlich seines Kopfes) mit Ausschluss seiner hinteren Extremitäten gerichtet sein. Diesen Zweck erreicht man am einfachsten, wenn das Thier an ein verticales und fest stehendes Korkbrett so angenagelt wird, dass seine hinteren Extremitäten von den Knien an frei herabhängen. Der Kopf wird an 3 Stellen befestigt, die vorderen Extremitäten müssen stark auseinander gezogen und ebenfalls angenagelt sein, endlich werden noch 2 Nadeln zu beiden Seiten des Rumpfes in die

Weichtheile gleich oberhalb der Oberschenkel eingestochen. Zugleich muss man den Umfang der Bewegungen in den oberen Theilen der hinteren Extremitäten zu beschränken suchen, und dieses erreicht man dadurch, dass die Oberschenkel durch eine lose Ligatur zusammengebunden werden. Als Electroden dienen zwei gewöhnliche Stecknadeln, deren stumpfe Enden durch möglichst feine Leitungsdräthe mit der secundären Spirale eines Schlittenapparats verbunden sind. Die Nadelelectroden sind durch ein schmales Korkbrettchen getragen, welches sie durchbohren, und welches durch zwei andere starke Nadeln an das Hauptbrett befestigt sein kann. Die Electrodenspitzen werden in die Substanz der Sehhügel und zwar in einer zur Längsachse des Thieres senkrechten Richtung eingestochen. Es müssen aber vorher dem Thiere die Hemispheren abgetragen werden, denn sonst bekommt man bekanntlich zu grosse Schwankungen des Reflexvermögens, ohne dass die Nervenmassen gereizt wären.

Wir glaubten anfangs durch diese Versuche die Frage über die wirklichen Erfolge einer schwachen Reizung der Sehhügel schärfer und directer entscheiden zu können, als es durch Reizung derselben mit Blut geschehen ist; es hat sich indessen herausgestellt, dass die Verwundung der Sehhügelsubstanz mit den Nadelelectroden an und für sich schon einen Reiz für diese Theile bildet, welcher die Reflexe fortdauernd und zwar ziemlich bedeutend deprimirt; folglich trifft

in allen diesen Versuchen die electrische Reizung nicht mehr ruhende sondern ohne dies schon erregte Mechanismen. Deswegen schreiben wir auch keine Bedeutung denjenigen von unseren Versuchen zu, in welchen die Reflexdepression als erstes Symptom der Stromeseinwirkung bei allmählicher Verstärkung des Stromes von O (in Betreff seiner physiologischen Wirkung) an auftrat, und führen sie aus dem einzigen Grunde an, um dem Leser ein klares Bild des allmählichen Anwachsens der Reflexdepression mit der Stromesverstärkung oder mit der Dauer der Reizung zu geben.

Versuch 67.	Versuch 68.	Versuch 69.
Nach d. Einstech. d. Electr. Ruhe v. 5'.	Dasselbe wie im vorigen.	Dasselbe wie früher.
15—16	18—19	17—18
17	19—20	20
Die Reizung fängt von O an.	19	Schwache Reizung.
17	Schwache Reizung.	29—30
Str. unterbrochen.	21—22	Strom verstärkt bis zum Eintreten der Convulsion.
17—18	21—22	〉80
17	Ruhe.	
Neue Reiz., Strom verstärkt	20	
20	Neue Reiz., Strom verstärkt.	
31—32	53—54*)	
Ruhe.		
27—28		
Neue Reiz., Strom verstärkt		
35—36		
40		
Neue Verstärkung des Stromes.		
68		

*) In dem Versuche 67 und 68 geschah die Reizung des Gehirns mit so schwachen Strömen, dass das Thier während dieser Reizung vollkommen ruhig blieb.

Wird nun die Reizung mehr oder weniger lange (je nach der Reizungstärke) fortgesetzt, so verschwindet die Reflexdepression allmählich bis zu Null und das Reflexvermögen erlangt seine frühere Höhe zurück. Unterbricht man die Reizung in diesem Augenblick und lässt das Thier einige Zeit in Ruhe, so kommt wieder eine Reflexdepression zu Stande. Diese Reihe von Erscheinungen ist constant.

Versuch 70.	Versuch 71.	Versuch 72 *)
Ohne Reizung.	Ohne Reizung.	Ohne Reizung.
19—20	29—30	17—18
22—23	25	20
Schwache Reizung.	30	Schwache Reizung.
41—42	Schwache Reizung.	29—30
Strom verst. bis zum Eintr. d. Conv.	59—60	Starke fortges. Reiz.
> 60	Fortgesetzte Reiz. mit ein. verst. Str. 5' nach d. Anf. d. Reizung.	> 80
Die Reiz. dauert fort. 4' später.	25	$4\frac{1}{2}$' nach den Anf. der Reizung.
45	$\frac{1}{2}$' später.	27
2' später.	17—18	2' später.
27	21—22	21—22
2' später.	20—21	Strom unterbrochen.
17	Reizung unterbr.	$2\frac{1}{2}$' Ruhe.
4' Ruhe.	21—22	25—26
63	3' Ruhe.	2' Ruhe.
> 70	39—40	34—35
Kopf abgeschn. 5' Ruhe.		
17		
15		

*) Dieser Versuch bildet die Fortsetzung des unter 69 angeführten.

Versuch 73.	Versuch 74.	Versuch 75.
Ohne Reizung.	Ohne Reizung.	Ohne Reizung.
23—24	17—18	32—33
28—29 *)	24—25	33—34
12′ fortges. schwache	17—18	4½′ fortges. starke
Reizung.	4′ fortges. starke	Reizung.
20	Reizung.	27
21—22	21—22	27—28
Strom unterbrochen	nach 1½′.	Strom unterbrochen
9′ Ruhe.	13	5′ Ruhe.
61	13—14	$\rangle$ 100
51	6′ Ruhe.	nach 3′ Ruhe.
77	51—52	148

Bezüglich der Bedeutung, welche dem allmählichen Verschwinden der Reflexdepression bei fortgesetzter Hirnreizung beigelegt werden muss, brauchen wir in keine weitläufigen Betrachtungen uns einzulassen: dieses Verschwinden kann offenbar nur als Folge einer Ermüdung jener Gebilde aufgefasst werden, welche bei ihrer Reizung die Reflexdepression hervorgebracht haben. Desto sonderbarer erscheint aber jetzt das Wiederauftreten der Reflexdepression nach unterbrochener Reizung, welches der Zeit nach in die Erholungsperiode der ermüdeten Mechanismen fällt. Diese sonderbare Erscheinung kann nur durch folgende Annahmen erklärt werden: 1) es muss in allen unseren Versuchen die Erholung der reflexdeprimirenden Mechanismen mit einer fortwährenden

*) In diesem Versuche sowohl als in den Versuchen 74 und 75 wurde die Reflexstärke zur Zeit der grössten Reflexdepression nicht gemessen.

Reizung derselben verbunden sein; und 2) die daraus entspringende Reflexdepression einem Erregungszustande dieser Mechanismen, keineswegs ihrer Ueberreizung, entsprechen. Stellt man sich in der That die secundäre Reflexdepression als Folge einer Ueberreizung der betreffenden Mechanismen vor und bedenkt ferner, dass letztere schon zur Zeit überreizt werden müssten, als sie sich kaum von einer tiefen Ermüdung zu erholen anfangen, so würde offenbar die Erholung dieser Nervengebilde überhaupt nie eintreten können, und die Erscheinung an der Stufe stehen bleiben, welche der Ermüdung entspricht.

Unsere Auffassungsweise der ganzen Erscheinung wird weiter durch folgende Thatsachen bewiesen: a) wenn man zur Zeit der Entwickelung einer secundären Reflexdepression das Gehirn des Froschs wieder zu reizen beginnt, so steigen die Reflexe wieder in die Höhe; b) wenn die Erholung der ermüdeten reflexdeprimirenden Mechanismen durch ein Entbluten des Thieres unmöglich gemacht wird, so entwickelt sich die secundäre Reflexdepression kaum oder gar nicht. Bedenkt man endlich, dass unsere Versuche ihrer Form nach manche Quellen zur Entstehung einer fortdauernden Gehirnreizung in sich einschliessen, so z. B. die Verwundung der Hirnsubstanz, die Berührung der Wundflächen mit Blut, die Ansammlung der Electrolyten an den Electrodenspitzen (wir haben zu unseren Versuchen einen Schlittenapparat der älteren Construction gehabt, in welchem be-

kanntlich die Ströme in einer Richtung an Stärke überwiegen) u. s. w., so hat man alle Momente, welche in den zur Erläuterung der secundären Reflexdepression angeführten Annahmen enthalten sind.

Somit ist durch die beschriebenen Versuche die wichtige Thatsache erwiesen worden, dass *die in Folge einer Sehhügelreizung entstehende Reflexdepression einem erregten Zustande der in diesen Theilen enthaltenen Nervengebilde entspricht*, dass **diese Gebilde** mit anderen Worten **reflexhemmende sind.**

Es mögen zum Schlusse des Paragraphen einige Versuche an entbluteten Thieren angeführt werden, in denen die secundäre Reflexdepression wegen des Entblutens des Thieres ausgeblieben war.

Versuch 76.	**Versuch 77.**	**Versuch 78.**
Vor der Reizung	Vor der Reizung.	Vor der Reizung.
31—32	Die Reflexe wurden nicht gemessen.	Die Reflexe wurden nicht gemessen.
27—28		
Die Reiz. dauert 4'	Die Reiz. dauert 4'	Die Reiz. dauert 1'.
19	> 70	> 80
25—26	1' später	Nach 3'
Reiz. unterbr. 3½'	53	41
Ruhe.	½' später	Nach 1'
24—25	33—34	26—27
28—29	35	30
30—31	39	31
	35—36	
	Reiz. unterbr. 4½'	Reiz. unterbr. Ruhe
	Ruhe.	31—32
	39	31—32
	35	Nach 2' Ruhe
	40	37
	44	38—39

§. 15. Jetzt, wo die Existenz der reflexhemmenden Mechanismen von Neuem erwiesen worden ist, wenden wir uns zur weiteren Characteristik dieser Gebilde sowohl an und für sich als im Gegensatz zu den reflectorischen Apparaten des Rückenmarks. In dieser Beziehung sind folgende zwei Reihen von Versuchen wichtig: 1) die Bestimmung der Bahnen, durch welche sich sowohl die echte, als die in Folge einer Rückenmarksreizung entstehende Reflexdepression fortpflanzt; 2) die Entscheidung der Frage, ob die reflexhemmenden Mechanismen von der Peripherie aus erregt werden können.

Die Fortpflanzungsbahnen für die Reflexdepression bei Reizung der Sehhügel und bei der des Rückenmarks.

Hier wurden zwei Reihen von Versuchen untereinander verglichen: die beiderseitigen Effecte einer chemischen Sehhügelreizung bei halbseitiger Durchschneidung des Rückenmarks und die entsprechenden Erscheinungen bei Reizung eines gleich unterhalb der Rautengrube angelegten Rückenmarksquerschnittes.

Im ersten Falle hat der Versuch folgende Gestalt: nach Blosslegung eines Sehhügelquerschnittes wird dem Thiere das Rückenmark, entweder an dem Abgangsorte des Plex. brachial. oder um ein Paar Mm. tiefer, zur Hälfte (in allen Versuchen rechts) durchschnitten; darauf wird die Reflexstärke an bei-

den hinteren Extremitäten gemessen, der Sehhügelquerschnitt mit Kochsalzkrystallen gereizt und das Reflexvermögen der Beine abermals gemessen. Die Versuche im zweiten Falle haben dieselbe Form, nur dass hier ein gleich unterhalb der Rautengrube angelegter Rückenmarksquerschnitt statt dessen der Sehhügel gereizt wird.

Es sind von uns im Ganzen 28 Versuche der ersten Reihe und 19 der zweiten angestellt worden. Die Resultate aller letzteren sind ohne Ausnahme übereinstimmend und zeigen mit einer überraschenden Klarheit, dass eine halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks absolut kein Hinderniss für die beiderseitige Ausbreitung des Erfolges einer Rückenmarksreizung (es bleibt sich vollkommen gleich, ob dieser in einer Steigerung der Reflexe oder in einer Depression derselben besteht) bildet; — ein neuer Beweis dafür, dass Reizung eines Rückenmarksquerschnittes weiter nichts als eine Erregung des reflectorischen Rückenmarksapparates darstellt. Die Resultate der ersten Reihe von Versuchen sind dagegen schwankend ausgefallen: in 6 Fällen war keine Spur von Reflexdepression auf der hyperaesthesirten Seite (d. h. auf der Seite des Rückenmarksdurchschnittes) des Thieres zu sehen, in 14 anderen war sie sehr schwach ausgeprägt, endlich in den übrigen 8 war die Depression auf beiden Seiten sehr stark, doch blieb auch in diesen Fällen die hyperästhe-

sirte Seite immer empfindlicher, als die entgegengesetzte.

Wir lassen jetzt die Versuche selbst sprechen; hierbei werden als Beispiele der Sehhügelreizung Versuche aus allen drei Kategorien der Fälle angeführt.

Versuche mit Reizung des Rückenmarksquerschnittes gleich unterhalb der Rautengrube.*)

Versuch 79.		**Versuch 80.**	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
Linkes Bein.	Rechtes Bein.	Linkes Bein.	Rechtes Bein.
6—7	5—6	6—7	6—7
6	5—6	7—8	5—6
6—7	5—6	7—8	5
Nach der Reizung.		Nach der Reizung.	
6	7—8	5—6	9—10
2′ später.		Bewegung.	
8—9	9	24	12
2′ später.		2′ später.	
9	9—10	18	11
3′ später.		2′ später.	
8—9	8—9	19	11—12
3′ später.		1′ später.	
5—6	6—7	12	13
2′ später.			
5—6	6—7		
2′ später.			
7—8	6—7		

*) In all diesen Versuchen sowie in denen der Sehhügelreizung lag der halbseitige Rückenmarksdurchschnitt rechterseits.

Versuch 81.

Linkes Bein	Rechtes Bein
Vor der Reizung.	
6—7	5—6
7—8	5—6
Nach der Reizung.	
6—7	5—6
4′ später.	
5	4
2′ später.	
6	6
2′ später.	
6	6

Versuch 82.

Linkes Bein	Rechtes Bein
Vor der Reizung.	
7—8	8—9
7—8	7—8
Nach der Reizung.	
9—10	7—8
2′ später.	
6—7	9
2′ später.	
10	10
3′ später.	
13	10—11
3′ später.	
18	13
3′ später.	
27	15

Fortsetzung d. Vers. mit der Reizung des Rückenm.

Versuch 83.

Linkes Bein	Rechtes Bein
Vor der Reizung.	
5—6	7—8
8—9	9—10
Nach der Reizung.	
11	14
3′ später.	
29	27
2′ später.	
20	26
7′ später.	
8	19
2′ später.	
9	23
3½′ später.	
18	20

Versuch 84.

Linkes Bein	Rechtes Bein	
Vor der Reizung.		
5—6	7—8	
6	7	
5—6	7—8	
Nach der Reizung.		
3—4	6	innerh. 3′
5	5—6	
5—6	7—8	
3′ später.		
7—8	7—8	
7′ später.		
8	8	

Versuch 85.		Versuch 86.	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
Linkes Bein.	Rechtes Rein.	Linkes Bein.	Rechtes Bein.
3—4	5—6	5—6	4—5
11	5—6	6—7	5—6
9—10	9—10	8—9	6
7—8	7	6—7	6—7
Nach der Reizung.		6—7	7—8
5—6	4	Nach der Reizung.	
$1\frac{1}{2}$' später.		7—8	4
11—12	7—8	2' später.	
$3\frac{1}{2}$' später.		10	10
26	11—12	2' später.	
3' später.		8	11—12
15	19	1' später.	
2' später.		11	11
18	16		
2' später.			
15	7—8		
2' später.			
18	12		

Versuche mit Reizung der Thalami optici.

Erste Kategorie.

Versuch 87.		Versuch 88.		Versuch 89.	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
L. B.	R. B.	L. B.	R. B.	L. B.	R. B.
11	7	18	7—8	10	6
Nach der Reizung.		Nach der Reizung.		Nach der Reizung.	
28	7	> 60	4	> 60	8
> 60	7	> 60	3	Salz entfernt.	Ruhe.
Salz entfernt.	Ruhe.	Ruhe.		> 60	7
18	10	24	4		
Neue Reizung.		Neue Reizung.			
> 60	8	> 60	7		

Zweite Kategorie.

Versuch 90.		Versuch 91.		Versuch 92.	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
L. B.	R. B.	L. B.	R. B.	L. B.	R. B.
> 20	3	9	6	7	4
Nach d. Reiz.		Nach d. Reiz.		Nach d. Reiz.	
> 60	11		14	> 60	8
> 60	13	> 60	20	> 100	5
		> 60	15		

Dritte Kategorie.

Versuch 93.		Versuch 94.		Versuch 95.	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
L. B.	R B.	L. B.	R. B.	L. B.	R. B.
20	12	11	7	13	8
31	17	8	7	Nach d. Reiz.	
Nach d. Reizung.		Nach d. Reizung.		Convulsion.	8
> 60	31	32 (?)	34	Ruhe.	
> 60	> 60	Ruhe.	Neue Reiz.	> 60	35
		93	43	> 60	> 60
				Säure verst.	
				> 80	16

In Betreff der Versuche mit der Rückenmarksreizung haben wir zu dem oben Gesagten nichts mehr hinzuzufügen*), wir nehmen also für diesen Fall sehr

*) Sie bieten indessen noch eine andere interessante Thatsache dar: in allen diesen Versuchen wurden nämlich die Kochsalzkrystalle mehrere Minuten lang auf den Rückenmarksquer-

gern die Ansicht des Herrn HERZEN an, dass die graue Substanz des Rückenmarks die Bahnen darstellt, durch welche sich sowohl die in Folge seiner Reizung entstehende Depression der Reflexe, als eine Steigerung derselben, fortpflanzt. Was aber die entsprechenden Versuche mit der Sehhügelreizung betrifft, so mussten sie schon wegen der Inconstanz ihrer Resultate weiter geführt werden. Dieses geschah dadurch, dass wir dem Frosche statt der ganzen Hälfte des Rückenmarks entweder nur das hintere oder nur das vordere Viertel dieses Organes durchschnitten und hiernach den Sehhügelquerschnitt reizten.

Im ersten Falle wurde die Reflexdepression für die angewandte Säure zu beiden Seiten sehr stark, obgleich auch jetzt die hyperästhesirte Extremität für eine stärkere Säurelösung gewöhnlich empfindlicher blieb. Im 2. dagegen waren die Resultate der Versuche die nämlichen, wie bei totaler Durchschneidung der Rückenmarkshälfte (von 9 Versuchen war in dreien keine Spur von Reflexdepression zu sehen).

---

schnitten liegen gelassen, und hierbei liess sich nicht selten inmitten einer Depression der Reflexe eine plötzliche Steigerung derselben wahrnehmen. Diese Erscheinung erklärt sich am einfachsten durch die zerstörende Wirkung des Salzes auf die Rückenmarkstheile, welche einen Augenblick vorher durch dieselbe Substanz gereizt wurden; es gesellt sich vielleicht die vorschreitende Imbibition des Rückenmarksgewebes mit Salz hierzu, in Folge welcher neue reflectorische Apparate gereizt werden und man den Anfang ihrer Erregung zu sehen bekommt.

Beispiele:

Bei Durchschneidung des hinteren Rückenmarks-viertels.

Versuch 96.		Versuch 97.		Versuch 98.	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
15	9	7	3—4	4	4
14	5	Nach der Reizung.		Nach der Reizung.	
Nach der Reizung.		> 60	> 30		4
> 60	> 60	> 60	> 60		4
Salz entfernt.	Ruhe.	Säure bed. verst.			11
> 50	> 50	4—5	4		> 60
Säure verstärkt.				Säure verstärkt.	
> 40	14			16	8

Bei Durchschneidung des vorderen Rückenmarks-viertels.

Versuch 99.		Versuch 100.		Versuch 101.	
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
5—6	3—4	3—4	3—4	9—10	5
Nach der Reizung.		Nach der Reizung.		Nach der Reizung.	
> 60	4	9	5		9
	4	12	5	> 60	> 30
> 60	4	> 60	6—7	Convulsion.	
Salz entfernt.	Ruhe.	> 60	5—6	Salz entfernt.	Ruhe.
> 80	9	> 60	6—7	> 60	10
> 100	6			Neue Reizung.	
Neue Reizung.					12
	5—6				23
	5				23
	6—7				23

Es genügt, einen Blick auf die 3 Reihen von Versuchen mit der Sehhügelreizung zu werfen, um die vollkommene Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der 1. und der 3. Reihe derselben sofort zu bemerken. Bedenkt man ferner, dass bei intactem Rückenmark eine entsprechende Reizung der Sehhügel immer eine doppelseitige Reflexdepression hervorbringt, so hat man in diesem Falle ein Nebenstück zu den Versuchen der 2. Reihe. Es wird mit anderen Worten die beiderseitige Ausbreitung der Reflexdepression im Rückenmark in Folge einer Durchschneidung des hinteren Viertels dieses Organes nicht im mindesten, — bei einer entsprechenden Operation am vorderen Viertel dagegen eben so oft, wie bei einer Durchschneidung der ganzen Rückenmarkshälfte, verhindert. Daraus folgt aber ohne weiteres, dass die Bahnen für die Fortpflanzung der deprimirenden Wirkung der Sehhügelreizung vorzüglich, wenn nicht ausschliesslich in den vorderen Rückenmarkstheilen liegen müssen, also keineswegs von der grauen Substanz dieses Organs dargestellt werden können, wie es Herr Herzen glaubt.

Die Resultate der Versuche würden noch klarer ausfallen, wenn die Sehhügelreizung nur in einer Erregung der reflexhemmenden Mechanismen bestände; sie ist aber offenbar von einer gleichzeitigen Miterregung der Mechanismen anderer Art begleitet, und wahrscheinlich diesem Umstande müssen die Schwan-

kungen zugeschrieben werden, welche in den Resultaten der Versuche 87 — 95 und 99 — 101 vorkommen. Die starke Reflexdepression auf der hyperästhesirten Seite des Thieres kommt in der That gewöhnlich nur dann zu Stande, wenn das Thier während der Sehhügelreizung deutliche Zeichen des Schmerzes zeigt, wenn also die Trigeminusäste mitgereizt werden. Es lässt sich andererseits denken, dass die Thalami optici des Frosches ausser den darin gelegenen specifischen reflexhemmenden Mechanismen dieselbe leitende graue Substanz enthalten, welche das Rückenmark so scharf bei seiner Thätigkeit characterisirt, und dass diese Substanz bei Reizung eines Sehhügelquerschnittes miterregt wird; dann würden sich in der That alle jene Fälle erklären, wo in Folge der Sehhügelreizung eine unbedeutende Reflexdepression auf Seite des Rückenmarksschnittes eintritt, (sogar der Versuch 88, in welchem eine Reflexsteigerung nach der Reizung beobachtet war, kann von diesem Gesichtspunkte aus erklärt werden).

Jedenfalls wird aber durch diese Versuche noch einmal die Verschiedenheit der Mechanismen bewiesen, welche bei Reizung der Thalami optici und bei der des Rückenmarks thätig werden und die Reflexe deprimiren. Dieselbe Versuche zeigen weiter, dass die Ausläufer der reflexhemmenden Mechanismen, welche in der Substanz des Rückenmarks begraben liegen, von den Querschnit-

ten des letzteren aus den chemischen Reizen unzugänglich sind.

Können die reflexhemmenden Mechanismen von der Peripherie aus erregt werden?

§. 16. Diese Frage wurde bekanntlich früher durch einen von uns bejahend beantwortet und die reflexhemmenden Mechanismen sind in Folge dessen als reflectorisch wirkende Nervencentra betrachtet worden. Nach unseren jetzigen Erfahrungen erscheint aber diese Frage unlösbar, insofern sie nur durch Versuche mit peripherischer Reizung des centralen Nervensystems bei intactem Gehirn oder wenigstens beim Vorhandensein einiger seiner Theile gelöst werden kann. Es ist in der That ohne Weiteres klar, dass in allen solchen Versuchen das verlängerte Mark unvermeidlich mit gereizt wird, wir aber jetzt über die Bedeutung dieses Organes für das Reflexvermögen des Thieres leider nichts positives sagen können: einerseits haben wir gefunden, dass das verlängerte Mark, seinen Reactionen gegen die Blutreizung nach, dem Rückenmark gleich steht, also keine reflexhemmenden Mechanismen enthalten soll; andererseits hat sich aber die frühere Bemerkung des einen von uns wiederum bestätigt, dass eine Reizung des Rückenmarks von der Peripherie aus beim Vorhandensein des verlängerten Marks allein eine eben so starke, wenn nicht stärkere Reflexdepression nach sich zieht, als wenn dem Thiere ausserdem noch die mittleren

Hirntheile, welche die reflexhemmenden Mechanismen unzweifelhaft enthalten, zurückgelassen werden. Kurz, nach unseren jetzigen Erfahrungen erscheint das verlängerte Mark als ein Organ, in welchem keine reflexhemmenden Mechanismen enthalten sind, und welches doch im Stande ist, starke Reflexdepression bei peripherischer Reizung des centralen Nervensystems zu geben. Man erkläre nun diese Eigenschaften des verlängerten Marks wie man will,*) jeder sieht leicht ein, dass so lange man seine Wirkung aus den Versuchen mit der Reizung des Gehirns von der Peripherie aus nicht auszuschliessen weiss, unsere Frage unentschieden bleiben wird.

Somit haben die nachfolgenden Versuche keineswegs die Erläuterung dieser Frage zum Zweck, sie dienen blos, um den Einfluss der Gehirnermüdung auf die Effecte einer peripherischen Reizung des Nervensystems zu zeigen. Aus diesen Versuchen sieht man nämlich am klarsten, dass so lange im Thiere das Gehirn noch wirksam bleibt, die Reflexe in Folge einer chemischen Reizung der Nervenstämme viel

---

*) Die natürlichste Erklärung für die starke Reflexdepression bei Reizung des verlängerten Marks von der Peripherie aus, scheint uns folgende zu sein: das verlängerte Mark muss unter Anderem als Collectivcentrum für die reflectorischen Apparate des Rückenmarks betrachtet, — folglich seine Reizung einer gleichzeitigen Reizung des ganzen Rückenmarks gleichgesetzt werden; man weiss aber, dass je grössere Strecken des letzteren Organs afficirt werden, desto stärker und anhaltender ist die daraus entstehende Prostration des Thieres.

stärker als im entgegengesetzten Falle deprimirt werden; — eine Thatsache, welche wir später zur Entscheidung einer anderen wichtigen Frage benutzen werden.

Zunächst wollen wir einige Beispiele der peripherischen Nervenreizung an Thieren mit intactem Gehirn anführen; in diesen, sowie in den späteren Versuchen wurde die zum Messen der Reflexe dienende Säurelösung sehr schwach genommen, um die Effecte der peripherischen Reizung stärker hervortreten zu lassen.

Versuch 102.		Versuch 103.	
Linkes Bein.	Rechtes Bein.	Linkes Bein.	Rechtes Bein.
Vor der Reizung.		Vor der Reizung.	
	33		25
	39—40		29—30
Aetzkali auf d. n. tibial sin.		Aetzkali auf d. n. tibial. sin.	
	54		71
	〉300		〉300

Versuch 104.

Linkes Bein.	Rechtes Bein
Vor der Reizung.	
	19—20
	23—24
Aetzkali auf d. n. tibial. sin.	
	53—54
	〉400

Jetzt folgen Versuche, in welchen das Gehirn durch fortgesetzte electrische Reizung ermüdet war.

Versuch 105.		Versuch 106.	
L. B.	R. B.	L. B	R. B.
Die Reizung d. Gehirns dauert 6'.		Die Reiz. d. Geh. dauert 8'	
	45—46		31
	25		31
	31		21—22
			31—32
Aetzkali auf d. n. tibial. sin.		Aetzkali	
			27—28
	65		35—36
	63--64		39—40
	62—63		25

Versuch 107.		Versuch 108.	
L. B.	R. B.	L. B.	R. B.
Die Reiz. d. Geh. dauert 6'		Die Reiz. d. Geh. dauert 13'	
	39—40		55
	39		53—54
	42—43		53—54
Aetzkali		Aetzkali	
	37—38		47—48
	49		69—70
	60		87—88
	43—44		
	37—38		

Versuch 109.		Versuch 110.	
L. B.	R. B.	L. B.	R. B.
Die Reiz. d. Geh. dauert 5′		Die Reiz. d. Geh. dauert $4\frac{1}{2}$′	
	31		9—10
	21—22		10
Aetzkali			9—10
	47	Aetzkali	
	99		15—16
	59—60		23—24
			39—40

Ueber den Einfluss der Hirn- und Rückenmarksreizung auf die mechanisch hervorgerufenen Reflexe.

§. 17. Einer von uns hat schon bei seiner ersten Arbeit über die reflexhemmenden Mechanismen des Frosches (l. c. S. 4) bemerkt, dass die Effecte der Hirnreizung für die mechanisch ausgelösten und für die mittelst einer Säurereizung hervorgerufenen Reflexe nur so lange gleich bleiben, als das Zusammendrücken der Pfote nicht plötzlich stark, sondern allmählich verstärkend geschieht. Diese räthselhafte Erscheinung ist nun durch Versuche mit der electrischen Reizung der Sehhügel aufgeklärt worden.

Es hat sich hierbei herausgestellt, dass der Gang der Aenderungen, welche die tactilen Reflexe in Bezug auf ihre Stärke unter dem Einflusse dieser Reizung erleiden, demjenigen gerade entgegengesetzt ist, welchen die durch Säurereizung hervorgerufenen einnehmen. Im Anfang der Hirnreizung, wenn die Reflexe letzterer Art bekanntlich an Stärke allmählich abneh-

men, steigen die tactilen Reflexe umgekehrt in die Höhe, und diese Steigerung erreicht ihr Maximum, wenn die Empfindlichkeit des Frosches gegen die Säure am stärksten deprimirt ist; jetzt aber, wo diese bei weiter fortgesetzter Reizung zu steigen anfängt, nehmen die tactilen Reflexe an Stärke allmählich ab und sind am stärksten deprimirt, wenn die vorherige Depression der mittelst Säure hervorgerufenen Reflexe verschwunden ist. Mit anderen Worten, die tactilen Reflexe steigen zur Zeit der Gehirnerregung in die Höhe; zur Zeit seiner Ermüdung nehmen sie umgekehrt an Stärke ab. In den gleich anzuführenden Beispielen bezeichnet das Zeichen > das Anwachsen der tactilen Reflexthätigkeit; **M** das Maximum dieses Anwachsens (hierbei genügt gewöhnlich eine leise Berührung der Vorderbeine, um eine Bewegung in den hinteren Extremitäten hervorzurufen); ∠ — das Abnehmen der tactilen Reflexthätigkeit:

Versuch 111.		Versuch 112.	
Empf. d. Haut gegen d. Säure.	Empf. d. Haut geg. d. tact. Reize.	Empf. d. Haut gegen d. Säure.	Empf. d. Haut geg. d. tact. Reize.
Die electr. Reizung beginnt 1½' später.		Die electr. Reizung beginnt 1' später.	
	>		>
	M		>
	"	2' später.	
	"		M
3½' später.		1' später.	
24—25	∠		
21—22	∠	21—22	∠
Reizung unterbrochen. 2' Ruhe.		1½' später.	
	>	13	∠
	>	13—14	

Versuch 113.

Empf. d. Haut gegen d. Säure.	Empf. d. Haut geg. d. tact. Reize.
Die electr. Reizung beginnt.	
63—64	>
> 80	>
1' später.	
> 80	M
4' später.	
45	<

Es folgt aus diesen Versuchen augenscheinlich: 1) *dass es im Gehirne des Frosches keine hemmende Mechanismen für die tactilen Reflexe giebt*, und 2) dass die Depression derselben, im Falle sie vorkommt, auf eine Ueberreizung der centralen Theile der tactilen Apparate zurückgeführt werden muss.

Daraus erklärt sich nun die oben erwähnte räthselhafte Erscheinung ganz ungezwungen: die Reizung der nassen Haut des Frosches mit einer Flüssigkeit ist von der tactilen Beimischung fast vollkommen frei; in eine mechanische Compression der Pfote mischt sich dagegen der tactile Moment um so stärker ein, je plötzlicher diese Compression geschieht und umgekehrt. Daraus erklären sich weiter die Erscheinungen der tactilen Reflexdepression bei chemischer Reizung der Sehhügel, wenn diese Reizung lange anhält. Dann kann man nämlich oft dem Thiere nicht bloss seine Haut kneifen, sondern sogar die Pfoten Stück für Stück mit einer Scheere abschneiden, ohne dass der Frosch sich bewegt, obgleich ihm

die Möglichkeit sich willkührlich zu bewegen geblieben ist. Diese Versuche sind am besten an entbluteten Thieren zu machen, weil sonst die Kochsalzkrystalle bei dem langen Liegenbleiben auf dem Hirnquerschnitte sich in dem daraus hervorquellenden Blute auflösen und leicht Convulsionen verursachen. Es ist auch vortheilhaft, den Frosch bei diesen Versuchen auf dem Tische sitzen zu lassen, anstatt denselben vertical aufzuhängen.

Was nun die entsprechenden Versuche am Rückenmark betrifft, so sind sie bis jetzt zwar nur mit der chemischen Reizung seiner Querschnitte angestellt worden, doch lässt alles glauben, dass es in dieser Beziehung keinen qualitativen Unterschied zwischen Rückenmark und Gehirn giebt. Wir haben nämlich gefunden, dass im Anfange einer Reizung die mechanisch hervorgerufenen Reflexe an Stärke eher zu- als abnehmen; auch ist hier ihre Depression unvergleichlich schwächer als im Falle einer Sehhügelreizung ausgesprochen.

Somit kann überhaupt gesagt werden, dass *die tactilen Reflexe keine Hemmungsmechanismen im Körper des Frosches besitzen.*

Dieser Schluss hat nichts befremdendes an sich, seitdem man mehr und mehr zu der Ansicht gelangt, dass die tactilen Apparate ein selbständiges, vollkommen abgeschlossenes Ganze im Thierkörper bilden Unsere Thatsache ist nur als eine weitere Stütze für diese Ansicht zu betrachten.

In diesem Sinne steht uns eine neue Reihe von entsprechenden Versuchen mit den auf thermischem Wege hervorgerufenen Reflex bevor. Dieses wird auch eine der ersten Aufgaben sein, welche wir in kürzester Zeit vorzunehmen beabsichtigen; dann werden zugleich die Lücken ausgefüllt, welche in den Versuchen mit den taetilen Reflexen geblieben sind.

Anhang.

Herr HERZEN in seiner Polemik gegen die reflexhemmenden Wirkungen im Frosche hat natürlich auch die Arbeit von Dr. MATTKIEWICZ (HENLE und PFEUFF. Zeitschr. f. rat. Med. XXI. B.) über die Wirkung einiger Gifte auf die Hemmungscentra angegriffen. Er stellt einige theoretische Betrachtungen über die Resultate dieser Arbeit an und erklärt sie von seinem eigenen Standpunkte aus, ohne die Versuche selbst wiederholt zu haben. Deshalb können wir auch in unserer Antwort kurz sein: insofern die Hauptergebnisse der Arbeit von Dr. MATTKIEWICZ durch Versuche mit chemischer Reizung der Sehhügel gewonnen worden sind, die Ansichten des Herrn HERZEN aber über die Effecte dieser Reizung sich minder richtig als die älteren herausstellten, behalten die Versuche von Dr. MATTKIEWICZ ihre frühere Bedeutung.

III.

Ueber die eigentlichen Ursachen der Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres.

§. 18. Wir gehen jetzt zu der wichtigen Frage, über die eigentlichen Ursachen der Reflexverstärkung nach Köpfung des Frosches, über. Die von uns beschriebenen Versuche, so wie diejenigen des Herrn HERZEN bieten Stoff genug zur Beurtheilung dieser Erscheinung.

Es existiren darüber bekanntlich zwei Hypothesen: nach der einen übt das Gehirn fortwährend einen hemmenden Einfluss auf die reflectorische Thätigkeit des Rückenmarks aus, und in Folge dessen nehmen die Reflexe an Stärke zu, wenn das Gehirn vom Rükkenmark getrennt wird; nach der anderen gehört die Fortpflanzung der sensitiven Erregung, mit welcher jede Reflexerscheinung beginnt, zu jenen einfachsten materiellen Bewegungsvorgängen, in welchen die Endeffecte der Bewegung jedesmal an Intensität gewinnen, wenn die Bewegung selbst an Extension verliert.

Wir werden zunächst die erste Hypothese in Betracht ziehen. Sie setzt offenbar zwei Dinge voraus: 1) die Existenz der hemmenden Ausläufer zwischen den reflectorischen Apparaten des Rückenmarks und den reflexhemmenden Mechanismen des Gehirns und 2) eine tonische Erregung der letzteren.

Das erste haben wir durch Versuche im §. 15 bestätigt, indem wir die Lage dieser Ausläufer in den vorderen Rückenmarkstheilen gefunden haben; aber dieselben Versuche zeigten uns die Unzulässigkeit der zweiten Annahme, indem es sich erwies, dass die hemmenden Ausläufer unzweifelhaft durchschnitten werden können, ohne dass sich eine Reflexverstärkung in Folge dieses einstelle. Wir haben nämlich oft gesehen, dass die Durchschneidung des sogenannten vorderen Rückenmarksviertels, welches die hemmenden Ausläufer für die entsprechende Seite des Thieres unzweifelhaft enthielt, von keiner Reflexverstärkung auf dieser Seite begleitet war (siehe den Vers. 100); — eine Thatsache, welche schon früher von Türk für die einerseitige Durchschneidung der vorderen Rükkenmarksstränge angegeben worden ist.

Es existirt folglich kein tonischer Erregungszustand für die reflexhemmenden Mechanismen des Frosches, und die Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres kann also als Folge der Entfernung dieser Mechanismen nicht betrachtet werden.

Die zweite Hypothese rührt bekanntlich von Herrn Schiff her. Dieser Forscher hat die hierauf bezüglichen Erseheinungen nur an den centralen Theilen des Nervensystems studirt; sein Schüler Herr Herzen dehnte aber seine Untersuchungen auch auf die peripherischen Theile desselben aus, so dass jetzt die Hypothese des Lehrers für das ganze cerebro-

spinale Nervensystem gelten soll. Herr HERZEN glaubt nämlich, dass das Ausschneiden aus dem Körper eines so kleinen Nervenbezirks, wie ihn die vordere Extremität des Frosches darstellt, schon genügend ist, um alle Reflexe im Körper in die Höhe zu treiben.

Gegen die Grundidee der SCHIFF'schen Hypothese lässt sich natürlich nichts einwenden; wir werden also in unserer Betrachtung derselben nur zu erforschen haben, ob diese Hypothese wirklich für die Erklärung aller Erscheinungen ausreicht, welche auf sie bezogen werden. Wir müssen aber ausdrücklich bemerken, dass in diese Betrachtung natürlich die Versuche nicht eingehen können, in welchen man mit den tactilen Reflexerscheinungen zu thun hat, weil man bis jetzt nicht weiss, ob die tactilen Reflexe nach Köpfung des Thieres zu- oder abnehmen, und weil überhaupt die Gesetze der Aeusserungen dieser Reflexe so gut wie unbekannt sind.

a) Die erste Bedingung, welcher die Hypothese des Herrn SCHIFF entsprechen muss, ist eine gewisse Proportionalität zwischen der Grösse der abgetragenen Nervenmassen und der des Reflexzuwachses.

Dieser Bedingung entsprcehen bei Herrn SCHIFF nur seine Versuche am Rückenmark der Eidechsen. Leider bedicnte er sich hicrbei nur der mechanischen Reizung der Haut, welche unvermeidlich durch tactile Momente complicirt wird; und schon deswegen könnten diese Versuche, in einer Frage über das allge-

meine Verhalten des Reflexvermögens, als entscheidend nicht anerkannt werden. Gesetzt aber, diese Resultate wären auch für den Frosch bei chemischer Reizung der Haut richtig (was wir im Allgemeinen gern zulassen), so würde daraus höchstens folgen, dass die Hypothese nur für das Rückenmark gilt. Wir werden aber später sehen, dass die Erscheinungen am Rückenmarke sich auch unabhängig von der Hypothese des Herrn SCHIFF erklären lassen. Andererseits können wir Thatsachen anführen, welche der genannten Bedingung gerade widersprechen. 1) Die Abschneidung der Hemispheren, im Gegensatz zu der hierauf bezüglichen Bemerkung des Herrn HERZEN, lässt bei Reizung der Haut mittelst Säure und nach dem Verschwinden der starken Reflexdepression eher eine Schwächung der Reflexe, als eine Steigerung derselben*) zurück. 2) Man vergleiche folgende zwei Fälle untereinander: einem Frosche mit den zur Hälfte abgetragenen Vierhügeln schneide man die letzte Hälfte dieser Theile ab (man führe also den letzten Schnitt an der oberen Grenze des verlängerten Marks), und bestimme die hieraus entstandene Reflexverstärkung; dann schneide man demselben Thiere das Rückenmark unterhalb des plexus brachialis durch und messe abermals das Reflexvermögen des Thieres.

---

*) Wir haben selbst Fälle gesehen, wo gleich nach dem Schnitte das tactile Reflexvermögen gesteigert war; dieses erklärt sich aber aus den Versuchen der electrischen Sehhügelreizung (§. 17).

Im ersten Falle wird man einen grossen Reflexzuwachs, im zweiten dagegen fast keinen finden, obgleich die abgetragene Nervenmasse im ersten Fall wenigstens 2 Mal kleiner als im zweiten ist. 3) Man vergleiche auch den Versuch 28 mit den Versuchen 34 oder 35 bei Herrn Herzen in seiner Arbeit (wir wollen einstweilen glauben, dass diese Versuche in der That die Hypothese des Herrn Schiff stützen können). Im Versuch 28 wurde der plex. ischiad. zu beiden Seiten durchschnitten und der Reflexzuwachs betrug von 8 und 12 auf 5 u. 5; in zwei anderen Versuchen wurde je ein einziger n. brachial. durchschnitten und der Reflexzuwachs betrug von 18 u. 22 auf 6 u. 9 und von 7 u. 7 auf 1 u. 2.

Die Sache steht am Frosche in der Wirklichkeit so; so lange man mit den Gehirndurchschneidungen die obere Grenze des verlängerten Marks nicht erreicht hat, ist in Folge der Schnitte keine eigentliche Reflexsteigerung zu sehen (natürlich wenn die Beobachtung nicht Tage lang fortgesetzt wird, denn sonst können sich andere unbekannte Factoren in die Erscheinung einmischen); — an diese Grenze angekommen, bringt die Hirndurchschneidung plötzlich eine grosse Verstärkung der Reflexe hervor. Tiefere Durchschneidungen der cerebrospinalen Axe können die Reflexe entweder noch um ein kleines verstärken, was gewöhnlich der Fall ist, oder dieselbe sogar schwächen. Jedenfalls aber kann am Frosche im Allgemeinen von einem allmäligen Anwachsen der

Reflexstärke beim Grösserwerden der abgetragenen Stücke von Nervensubstanz nicht die Rede sein.

b) Wäre die Reizung der centralen Nerventheile so einfachen Gesetzen gefolgt, wie es Herr SCHIFF und sein Schüler glauben, so sollte man erwarten, dass in Folge einer Verengerung der Erregungsbahnen nicht bloss die unmittelbaren Effecte einer Reizung sondern auch die Folgen derselben, d. h. die Reflexdepression, zunehmen sollten. Dieses ist aber entschieden nicht der Fall: wir haben im Gegentheil gesehen (§. 16) dass bei peripherischer Reizung des Nervensystems die Reflexdepression am geköpften Thiere gewöhnlich weniger stark, als an Thieren mit intactem oder theilweise erhaltenem Gehirn ausgesprochen ist.

c) Die einseitige Reflexverstärkung im BROWN-SEQUARD'schen Phänomene, welche bis jetzt als eine der Hauptstützen für die Hypothese des Herrn SCHIFF galt, kann streng genommen als solche nicht verwerthet werden, weil die halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks kein Hinderniss für die beiderseitige Ausbreitung der Erregung im Rückenmark bildet, folglich die Erregungsbahnen durch diese Operation keineswegs an Extension verlieren. Bedenkt man im Gegentheil, dass der Erregungsvorgang, indem er sich durch die operirte Rückenmarkshälfte fortpflanzt, die durchschnittene Stelle umbiegen muss, so wird jedem klar, dass man diese Ope-

ration sogar als eine die Erregungsbahnen erweiternde betrachten kann.

Somit bleiben nur die Versuche des Herrn HERZEN, welche zu Gunsten der SCHIFF'schen Hypothese sprechen sollen.

Wir haben diese Versuche nicht wiederholt, weil ihre Bedeutung, nach der eigenen Angabe des Verfassers, an den Glauben an die Bedeutung der relativen Reflexverstärkung (l. c. S. 45) gebunden ist, — einen Glauben, den wir leider nicht theilen können. In einer so wichtigen Frage, wie die vorliegende ist, hätten wir von unseren Versuchen am wenigsten eine constante, absolute und allgemeine Reflexverstärkung in Folge einer Nervendurchschneidung verlangt; aber auch in diesem Falle würden wir uns fragen, ob nicht in diesen Versuchen etwas der Nervenreizung ähnliches verborgen liege. Anstatt dessen kommt die absolute Reflexverstärkung in den Versuchen des Herrn HERZEN nach Durchschneidung des plexus ischiad. nur ausnahmsweise vor, sonst bekommt er entweder eine allgemeine oder wenigstens eine einseitige Depression der Reflexe. (Vers. 29, 30, 31, 32, 33). Bei der einseitigen Durchschneidung des plex. brachial. bekommt er die absolute Reflexverstärkung zwar constant, aber gerade dieses Resultat müsste ihm verdächtig erscheinen, weil jetzt viel kleinere Nervenbezirke aus dem Körper entfernt werden als bei Durchschneidungen des plexus ischiadicus.

Es existiren folglich keine solide Gründe, um die Hypothese des Herrn SCHIFF anzunehmen.

Somit erweisen sich aber alle bis jetzt existirende Erklärungsweisen für die Erscheinung der Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres als unhaltbar, und wir würden uns mit unserer Frage wirklich in einer traurigen Lage befinden, wenn wir nicht gewusst hätten, dass jetzt zur Entscheidung derselben noch ein Weg sich eröffnet.

Wir haben in der That schon bei der Erforschung des Wesens der BROWN-SEQUARD'schen Erscheinung gesehen, dass die Blosslegung eines Rückenmarksquerschnittes Bedingungen zur Entstehung einer stetigen Rückenmarksreizung mit sich führt, wir haben sogar einen dieser Reize im Blute erkannt; folglich müsste man jetzt alle möglichen Momente in Betracht ziehen, welche bei Durchschneidung des Rückenmarks als Reize für dieses Organ auftreten können.

Diese Aufgabe haben wir bei weitem nicht gelöst, deshalb möchten die nachfolgenden Zeilen nicht für die Aufstellung einer Hypothese sondern nur als Plan zu einer weiteren Untersuchung der Frage gelten.

Nur die Frage über die Rolle, welche die Berührung der Rückenmarksquerschnitte mit Blut und atmosphärischer Luft bei Köpfung des Thieres spielt, ist von uns vollkommen entschieden worden. Es hat sich herausgestellt, dass die Reflexsteigerung nach Köpfung des Thieres weder durch die reizende Ein-

wirkung des Blutes, noch durch die Berührung der Querschnitte mit der atmosphärischen Luft, aber auch durch beide Einflüsse zusammen, nicht erklärt werden kann. Der erste Moment wirkt zwar reflexverstärkend, aber seine Beiträge zu der ganzen Erscheinung sind nur gering; der zweite Moment wirkt dagegen gar nicht. Die Versuche, welche dieses beweisen, sind sehr einfach.

a) Für das Blut: man durchschneidet einem entbluteten Thiere das Rückenmark und bestimmt den hieraus entstandenen Reflexzuwachs, — dieser ist zwar schwächer als unter normalen Bedingungen, doch immer vorhanden.

b) Für die Luft. 1) Der Frosch wird in einer O-freien Atmosphäre geköpft und in derselben Atmosphäre wird mittelst Säure sein Reflexvermögen festgestellt; hierauf wird das Thier in die Luft gebracht und nach einiger Zeit sein Reflexvermögen abermals gemessen. Diese Versuche, wie oben bemerkt, fielen negativ aus. 2) In einer zweiten Reihe von Versuchen köpften wir die Frösche unter einem möglichst reinen Olivenöl, nachdem es vorher durch Versuche festgestellt war, dass dasselbe keine reizende Wirkung auf die Rückenmarksquerschnitte ausübte. Hier bekamen wir solche Resultate (sowohl an normalen als an den entbluteten Thieren), als hätten wir unsere Frösche in der Luft geköpft.

Somit erklärt sich unsere Erscheinung durch die von uns untersuchten reizenden Momente nicht; daraus folgt aber keineswegs, dass sie überhaupt auf diesem Wege nicht erklärt werden könnte: — die Wirkung des Blutes und die der Luft sind Einflüsse, welche nur der Untersuchung leicht zugänglich sind, auch fallen sie dem Beobachter zuerst in die Augen, es giebt aber gewiss ausser ihnen Momente, welche bei Durchschneidung des Rückenmarks reizend auftreten. Dafür spricht besonders klar die Stärke der Reflexdepression im BROWN-SEQUARD'schen Phänomene (siehe die Vers. 2 und 3). Diese Depression, welche offenbar nur durch Reizung der centralen Nerventheile vom Rückenmarksquerschnitt aus hervorgebracht sein kann, ist in der That gewöhnlich so stark, dass sie durch reizende Wirkung des Blutes allein nicht erklärt werden kann; es müssen folglich *bei Durchschneidung des Rückenmarks ausser der Benetzung seiner Querschnitte mit Blut in der That noch andere reizende Momente auftreten.* Was aber die Natur dieser Momente betrifft, so können darüber einstweilen nur folgende Vermuthungen ausgesprochen werden.

Dem äusseren Ansehen nach sind die Effecte der totalen Rückenmarksdurchschneidung in Bezug auf das Reflexvermögen des Rückenmarks denen einer Nervendurchschneidung in Bezug auf die Reizbarkeit des entsprechenden Organes vollkommen ähnlich. Man sieht in der That in beiden Fällen die Erregbarkeit

der betreffenden Organe in Folge ihrer Durchschneidung steigen; diese Steigerung hält in beiden Fällen nur eine gewisse Zeit an, um später allmälig zu sinken; in diesem Zustande ist es in beiden Fällen noch möglich, die gesunkene Erregbarkeit durch eine neue Durchschneidung wieder in die Höhe zu treiben. Im Nerven ist der Erregbarkeitszuwachs für eine gegebene Strecke um so grösser, je näher sie dem Nervenquerschnitte liegt; im Rückenmark findet man dasselbe: je mehr nach hinten das Rückenmark durchschnitten wird, desto mehr nähert sich sein Querschnitt dem Orte an, in welchem die Reflexe vor sich gehen, und desto stärker werden im Allgemeinen die letzteren. Kurz die äussere Analogie zwischen beiden Reihen von Erscheinungen ist in der That vollkommen.

Warum sollte man nicht denken, dass beide Reihen von Erscheinungen auch in genetischer Beziehung identisch sind, d. h. dass der Erregbarkeitszuwachs in beiden Organen durch gleiche Ursachen hervorgebracht sei? Jetzt, wo die älteren Theorien über die Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres gefallen sind, ist diese Zusammenstellung nicht nur erlaubt sondern sogar durch die Thatsachen selbst angeboten.

Hätten wir also eine genügende Erklärung für die Erscheinung der Erregbarkeitszunahme im Nerven nach seiner Durchschneidung gehabt, so würden wir mit der Lösung unserer Frage beinahe am Ziele stehen; leider sind aber die betreffenden Hy-

pothesen von Pflüger und Heidenhain ungenügend: die erste erklärt die Erscheinung schon gar nicht, indem sie die Erregbarkeitszunahme nur als erstes Zeichen des Nervenabsterbens betrachtet; nach der zweiten, welche den Nervenmolekeln eine richtende Kraft zukommen lässt, kann man schwerlich die belebende Wirkung neuer Durchschneidungen erklären; sie kann ausserdem vom Nerven auf das Rückenmark nicht ohne weiteres übertragen werden. In Folge dieses fühlen wir uns berechtigt, auch unsere Ansicht über den Gegenstand hören zu lassen:

Beide Reihen von Erscheinungen würden sich in allen ihren Einzelnheiten durch die Annahme erklären lassen, dass die Blosslegung eines Querschnittes sowohl am Rückenmark als an dem Nerven Anlass zur Entstehung einer zwar latenten aber stetigen Reizung der betreffenden Organe giebt (diese Reizung muss deswegen latent genannt werden, weil sie die betreffenden Organe in scheinbarer Ruhe lässt); es müsste ausserdem angenommen werden, dass diese Reizung sich in der unmittelbaren Nähe des Querschnittes entwickele und dass die hieraus entstehende Bewegung sich nach Art der electrotonischen mit abnehmender Stärke fortpflanze.

Zu Gunsten dieser Idee, können wir einstweilen, ausser dem was Oben gesagt ist, folgendes anführen:

1) schwache chemische oder electrische Reizung der Rückenmarksquerschnitte, welche das Rückenmark selbst in scheinbarer Ruhe lässt, bewirkt nach

unseren Versuchen eine Steigerung des Reflexvermögens in diesem Organe;

2) am Nerven sieht man in dem catelectrotonischen Zustande dem äusseren nach genau dasselbe:*) diese Art von latenter Nervenreizung treibt die Nervenerregbarkeit in die Höhe, ohne das betreffende Organ in Thätigkeit zu versetzen.

3) Die Versuche des Herrn HERZEN mit der Durchschneidung der Nervenstämme (l. c., Vers. 28 bis 36) scheinen endlich direct dafür zu sprechen, dass in dem centralen Stumpfe eines Nerven nach seiner Durchschneidung sich eine stetige latente Reizung entwickelt, welche sich bis in die centralen Nervenorgane fortpflanzt. Die einseitige Reflexdepression in den Versuchen 29 und 32, wo sie so klar auftritt, kann wenigstens nur durch Reizung der Centralorgane von der Peripherie aus erklärt werden; — aber auch die Reflexsteigerung bei diesen Versuchen kann nur von diesem Umstande abhängen, weil man auch bei künstlicher Reizung der Nervenstämme nicht selten eine Steigerung der Reflexe beobachtet.

Somit werden vielleicht schon in der nächsten Zukunft drei Reihen von Erscheinungen, die Erregbarkeitszuwächse im Rückenmark und in dem Nerven

---

*) Den Ansichten des Herrn v. BEZOLD in Bezug auf das Wesen der Einwirkung des constanten Stromes auf den Nerven zufolge existirt zwischen diesen 2 Fällen sogar kein Unterschied, weil er die Wirkung des Stromes als eine Art chemischer Reizung betrachtet.

nach ihrer Durchschneidung und der catelectrotonische Zustand in letzterem auf gleiche Ursachen zurückgeführt. Jedenfalls sieht man aber ein, dass unsere Frage über die Ursachen der Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres in eine neue Phase eingetreten ist.

Am Schlusse stellen wir alle unsere Resultate zusammen.

1) Die queren Bahnen, durch welche die willkürlich-motorischen und die sensitiven Erregungsvorgänge aus der einen Rückenmarkshälfte in die andere übergehen, sind nicht identisch. Für die hinteren Extremitäten des Frosches liegen die letzteren mehr nach hinten als die ersteren; — sie liegen sogar mehr nach hinten als die centralen Theile der reflectorischen Apparate für die hinteren Extremitäten.

2) Die Lage im Rückenmark sowohl dieser Bahnen, als der reflectorischen Apparate für verschiedene Hautabschnitte der hinteren Extremität des Frosches ist im Verhältniss zu der Lage dieser letzteren eine umgekehrte, d. h. die queren sensiblen Bahnen und die reflectorischen Apparate für den Oberschenkel liegen am meisten nach hinten, diejenigen für die Pfote am meisten nach vorn.

3) Die Brown-Sequard'sche Erscheinung erklärt sich in ihren beiden Hälften durch eine Reizung des Gehirns und des Rückenmarks, welche von beiden Flächen der queren Rückenmarkswunde ausgeht.

4) Die Angabe von BROWN-SEQUARD, dass Längsschnitte durch die graue Commissur doppelseitige Gefühlslähmungen erzeugen, ist für den Frosch entschieden unrichtig.

5) Blut und Galle des Frosches besitzen reizende Eigenschaften für die entblössten Querschnitte des centralen Nervensystems.

6) Eine schwache chemische oder electrische Reizung der Rückenmarksquerschnitte erhält das Reflexvermögen des Rückenmarks. Diese Reflexsteigerung geht aber in einen entgegengesetzten Zustand der Reflexdepression um so eher über, je stärker unter gleichen Bedingungen die Reizung ist.

7) Reizung des Rückenmarks von der Peripherie aus bewirkt absolut dasselbe, weil hier wie im vorherigen Fall ein und derselbe Apparat, namentlich die reflectorischen Mechanismen des Rückenmarks gereizt werden. Die Reflexsteigerung entspricht dem erregten Zustande dieser Gebilde, die Reflexdepression — ihrer Ueberreizung.

8) Die Bahnen für die Ausbreitung dieser Erfolge der Rückenmarksreizung im Körper sind durch die graue Substanz des Rückenmarks gegeben.

9) Chemische Reizung des Sehhügelquerschnittes, ungeachtet ihrer Stärke, bewirkt nur eine Depression der Reflexe.

10) Wenn das durch fortgesetzte electrische Reizung ermüdete Gehirn sich zu erholen anfängt, so

bringt auch jetzt eine schwache Reizung desselben eine Depression der Reflexe hervor.

11) Die zwei letzten Thatsachen beweisen am augenscheinlichsten, dass die Reflexdepression bei Reizung der Thalami optici einem Erregungszustande der darin enthaltenen Mechanismen entspricht, dass diese Mechanismen also reflexhemmende sind.

12) Die Bahnen zur Ausbreitung dieser Art von Reflexdepression im Rückenmark liegen in den vorderen Theilen des letzteren Organs.

13) Die Frage, ob die Hemmungsmechanismen auf reflectorischem Wege erregt werden können, bleibt einstweilen unentschieden.

14) Die tactilen Reflexe können durch Reizung des Gehirns bedeutend verstärkt werden.

15) Es giebt im Körper des Frosches keine Hemmungsgebilde für diese Art von Reflexen.

16) Die älteren Theorien über die Ursachen der Reflexverstärkung nach Köpfung des Thieres sind unhaltbar.

Druck von H. S. Hermann, in Berlin.